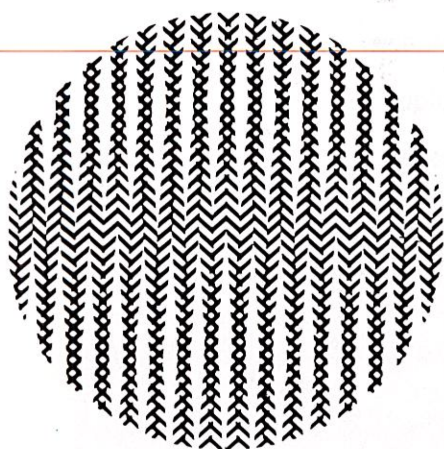
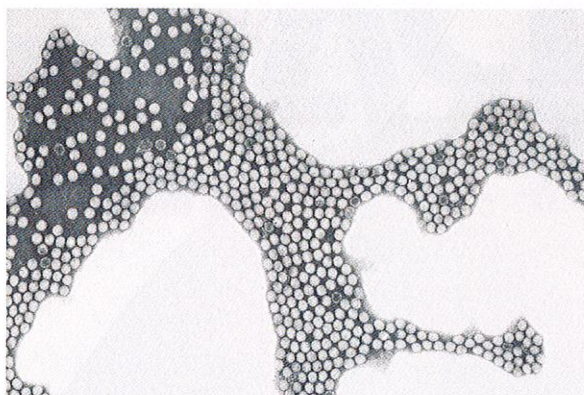
P4398

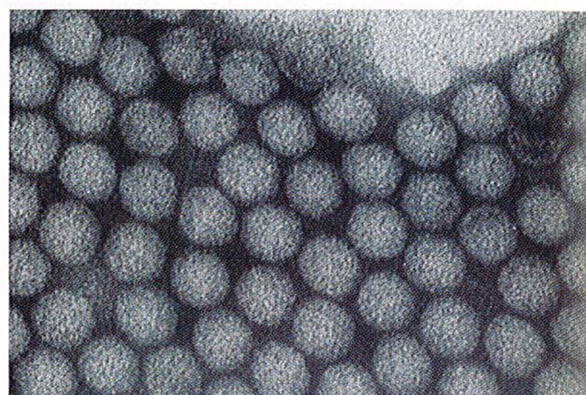


INRA mensuel

n° 97 juin-juillet 1998

I.N.R.A.
Centre de Recherche Versailles-Grignon
Direction de la Valorisation
Information Scientifique et Technique
RD10 - Route de Saint-Cyr
78026 VERSAILLES Cedex - France





Virus de la fièvre aphteuse purifié et après coloration négative examiné au microscope électronique.

Photos : © J.M. Gourreau - CNEVA-Alfort

Évaluer les conséquences économiques d'une épizootie aphteuse

Les questions de santé animale sont assez peu étudiées sous l'angle économique alors qu'une épizootie peut entraîner des pertes considérables. La démarche proposée intègre des aspects épidémiologiques et économiques au sein d'un modèle d'aide à la décision aisé d'emploi. Elle ouvre des perspectives plus larges tant sur le plan de la santé animale que d'un point de vue méthodologique.

L'affaire de la "vache folle", avec ses implications en termes de santé humaine, a occulté les maladies contagieuses animales classiques. Pourtant, celles-ci sont à l'origine de perturbations économiques considérables, comme en témoigne la peste porcine frappant l'Europe du Nord. D'autres épizooties ont dans le passé provoqué des dégâts tout aussi importants, ce qui justifie la mise en œuvre de politiques préventives, mais aussi de stratégies de lutte collective visant à minimiser les coûts d'une éventuelle maladie. Compte-tenu de son caractère hautement contagieux, la fièvre aphteuse a fait l'objet d'une telle approche.

Pour lutter contre la fièvre aphteuse, on peut procéder par vaccination prophylactique annuelle systématique avec abattage sanitaire en cas d'apparition de la maladie. On peut également interdire la vaccination prophylactique et procéder à l'abattage des cheptels contaminés en cas d'épizootie associé éventuellement à une campagne de vaccination d'urgence. Jusqu'en 1991 la France avait opté pour la première solution, alors que d'autres pays comme le Danemark et les îles britanniques avaient choisi la seconde. Dans une perspective de libre circulation des animaux à l'intérieur de l'Union Européenne, les États membres ont adopté une politique de non-vaccination. Elle permettait en outre de participer aux échanges de viande bovine de la zone Pacifique regroupant les pays indemnes de fièvre aphteuse sans vaccination (continent nord-américain, îles océaniennes, Extrême-Orient...).

L'arrêt de la vaccination prophylactique annuelle, en supprimant l'immunité des bovins, a accru le nombre de foyers secondaires potentiels et la durée de l'épisode aphteux en cas d'apparition de la maladie. Les conséquences économiques peuvent être très élevées car les animaux sensibles au virus aphteux (porcins, bovins et petits ruminants) et les produits d'origine animale issus de la zone contaminée sont soumis à un embargo de plusieurs mois. Ceci amène à réfléchir sur le mode de gestion optimal d'une éventuelle épizootie.
Pour cela, un schéma général d'analyse prenant en compte les caractéristiques épidémiologiques de la maladie et ses diverses implications économiques a été élaboré. Afin de rendre ce schéma opérationnel, un modèle d'aide à la décision permettant de simuler les conséquences économiques d'une épizootie a été développé.

Les stratégies de lutte collective ont été envisagées dans trois situations.
Dans la première, on suppose l'apparition d'un foyer primaire porcin dans une zone à forte densité d'élevages sensibles. Le cas le plus représentatif est la Bretagne.
Dans la seconde, on fait face à un foyer primaire bovin dans une région de type extensif à l'image du Limousin.
Enfin, on envisage l'apparition d'un foyer primaire ovin avec une forte dispersion géographique des exploitations sensibles avec pour référence la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.
Pour chaque situation et selon l'évolution de l'épizootie, le modèle d'évaluation permet de définir quelle est la stratégie de lutte la mieux adaptée à partir d'une comparaison des coûts directs et indirects associés.

La détection très rapide des troupeaux infectés par le virus aphteux permet de réduire la durée de l'épizootie et donc de limiter les pertes dues aux restrictions d'exportations. Ainsi, une semaine supplémentaire d'embargo entraîne un manque à gagner d'environ 370 millions de francs pour l'économie nationale. Une très forte motivation des éleveurs quant à la détection des premiers symptômes s'avère primordiale.


Photo : A. Beguey

D'autre part, la stratégie d'abattages total et préventif apparaît être le schéma de lutte le plus efficace dans tous les cas de figure envisagés lorsque l'épizootie est rapidement circonscrite. Une campagne de vaccination ne pourrait avoir d'intérêt que si une gestion sanitaire stricte s'est avérée inefficace pour limiter l'expansion de l'épizootie. La campagne de vaccination sera alors d'autant plus efficace qu'elle sera précoce. Cependant, si ce résultat est valable dans un univers certain, il peut être inversé dans un univers incertain. En effet, la résolution progressive de l'incertitude pesant sur l'évolution future de l'épizootie peut inciter les autorités sanitaires à reporter la mise en œuvre d'une campagne de vaccination afin d'obtenir de nouvelles informations quant à la pertinence d'une telle stratégie irréversible. Le gain généré par une absence de vaccination si l'épizootie évolue favorablement peut compenser les pertes liées à l'application tardive d'une campagne de vaccination si celle-ci s'avère finalement nécessaire.

Le schéma d'analyse retenu avec son outil de simulation informatisé est transposable à d'autres problèmes de santé animale dès lors que les aspects épidémiologiques sont bien cernés. En retour, le modèle d'aide à la décision, par sa facilité d'utilisation, permet de déterminer la politique optimale d'éradication en testant *ex post* les conséquences des stratégies de lutte contre une épizootie aphteuse.

O. Mahul, J.-C. Poupa, P. Rainelli,
ESR, Rennes

Ce travail a été entrepris à l'initiative et avec l'aide du Bureau de l'Épidémiologie et des Prophylaxies en Élevages de Ruminants, Direction Générale de l'Alimentation, que nous tenons à remercier.

Extraits "d'INRA Sciences Sociales" n°6, décembre 1997.

Plantes transgéniques contre microbes

Améliorer les défenses naturelles des plantes en leur "greffant" un gène les aidant à mieux résister est une voie prometteuse pour protéger les végétaux en limitant l'emploi des produits phytosanitaires : deux laboratoires de l'INRA, Biochimie et Structure des Protéines à Jouy et Biologie de la Rhizophère à Versailles viennent d'obtenir des tabacs transgéniques rendus résistants au Phytophthora.

Les Phytophthoras sont des organismes autrefois classés dans les champignons filamenteux Oomycètes ; ils sont maintenant apparentés aux algues brunes. Ils s'attaquent à de nombreuses plantes, y compris des arbres, et provoquent des maladies connues : par exemple le mildiou de la pomme de terre, resté célèbre pour ses "encore" récentes famines de l'Europe du Nord ; chez le tabac, un Phytophthora induit une maladie appelée "black

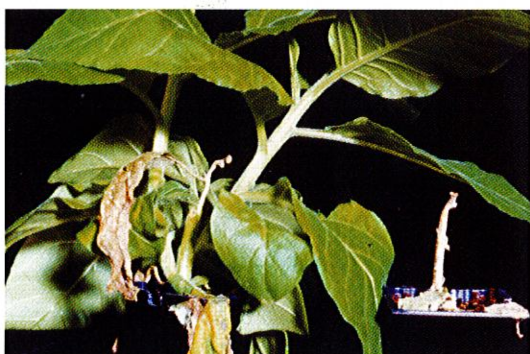


Photo : David Tepfer et Jean-Claude Pernollet

La transformation du tabac par un gène d'élicitine le rend résistant au champignon phyto-pathogène Phytophtora.
Feuille de tabac : à droite, plant de tabac tué par une infection de Phytophtora, à gauche, plant transgénique dont la pousse infectée est morte, mais dont des bourgeons axillaires ont pu repousser.

shank" qui détruit le quart de la récolte mondiale... Il n'existe pas à l'heure actuelle de moyen efficace pour bien les traiter.

Lors de l'agression des plantes, les micro-organismes pathogènes produisent des substances, les éliciteurs, qui, reconnus par les cellules végétales attaquées, vont déclencher des réactions de défense en cascade qui restreignent le développement du parasite : schématiquement, les tissus de la plante-hôte vont former des nécroses au cours de la réaction d'hypersensibilité, pratique de "terre brûlée", pour que l'agent pathogène ne puisse gagner les tissus sains.

Les Phytophthoras produisent des éliciteurs particuliers, les élicitines *, protéines de petite taille (98 acides aminés). Seule l'espèce qui envahit le tabac, *Phytophthora nicotianae*, n'en sécrète pas. On a pu démontrer que le traitement de plants de tabac par l'inoculation d'une solution d'élicitine les protégeait d'attaques de pathogènes. L'étude de différentes élicitines naturelles produites par diverses espèces de Phytophthora a permis de mettre en évidence qu'elles assurent deux fonctions différentes : induire les nécroses et activer les défenses. Les sites actifs correspondants ont été localisés grâce à la détermination de la structure tridimensionnelle de la protéine et par mutagenèse dirigée d'un gène synthétisé au laboratoire.

* Nous envisageons un "point" sur les élicitines dans un prochain numéro.

Des plants de tabac ont été rendus résistants au Phytophthora en leur transférant le gène qui produira une élicitine dans les cellules végétales. Lors d'une infection, l'agent pathogène commence par envahir la tige dont les cellules éclatent, libérant de ce fait l'élicitine : l'expansion du parasite est bloquée et le plant repart par ses bourgeons axillaires. Il reste à rendre l'élicitine plus active par ingénierie des protéines, à optimiser sa production pour améliorer l'induction de résistance... et à s'intéresser à d'autres plantes ! En effet, ces travaux, fruits de nombreuses collaborations internes et externes à l'INRA, ont pour objectif de proposer une méthode générale de lutte anti-microbienne basée sur les éliciteurs protéiques. *(D'après le JIR n°122 - Avril 1998).*

Jean-Claude Pernollet,
Biochimie et Structure des Protéines,
Jouy-en-Josas.

Épandage de pommes et risque pour l'environnement

La filière fruits et légumes est soumise à de fortes fluctuations annuelles, tant en ce qui concerne la production que la commercialisation. Pour régulariser les marchés, une part importante de la production est chaque année retirée de la commercialisation. La région Provence-Alpes-Côte-d'Azur (PACA) est une zone de vergers et produit notamment des pommes de table. Ces dernières années, la part de retrait de celles-ci a représenté jusqu'à 40 % de la production (1992), et pour l'année 1994, le tonnage s'est élevé à 124 910 t. Jusqu'à présent, une bonne part de ce retrait était mise en décharge. Or, en juillet 2002, cette mise en décharge de produits facilement fermentescibles, tels que la pomme, va être interdite. Ceci implique de développer des techniques de valorisation pour leur élimination qui répondent, d'une part, à l'aspect économique (moindre coût), et d'autre part, qui n'hypothèquent pas l'avenir sur le plan environnemental.

L'apport d'une source carbonée est bien souvent à l'origine de réactions en chaîne qui peuvent avoir des conséquences néfastes sur l'environnement. En effet, les acides organiques faibles formés au cours de l'évolution de la fermentation vont contribuer à la dissolution et la complexation [1] de métaux comme le fer et le manganèse, éléments toxiques qui après une pluie peuvent par lessivage être entraînés vers la nappe. Ce risque est important lors de la mise en décharge. Cependant, l'épandage réalisé dans des conditions bien contrôlées, pourrait être une solution au problème, car il est souple à mettre en œuvre et d'un coût peu élevé.

[1] Association à d'autres molécules (note d'INRA mensuel).

À la demande de la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt de Vaucluse (DDAF) et du Comité Économique Agricole Fruits et Légumes (CEAFL-PACA), une équipe de l'unité de Science du Sol de l'INRA d'Avignon s'est penchée sur le problème. Cette équipe a analysé les réactions biogéochimiques lorsque des pommes sont épandues sur le sol, afin d'en déduire les conditions optimales d'épandage qui seront sans conséquences pour l'environnement. Pour ce faire, trois types d'expérimentations ont été réalisés :

- *in situ*, trois parcelles de 400 m² ont reçu un apport de pommes à l'hectare dans l'horizon de surface (0-30 cm), 0, 500 tonnes et 1000 tonnes. L'expérimentation s'est déroulée de novembre 1995 à fin août 1996 ;
- en système fermé au laboratoire, les différentes réactions biogéochimiques ont été analysées en milieu contrôlé ;
- en système ouvert, au laboratoire, ont été étudiées les conséquences des apports d'eau de surface sur les eaux de lessivages à la cote -90 cm. Pour ce faire, l'horizon 0-90 cm a été reconstitué suivant un pas de 30 cm. Les quantités de pommes apportées correspondaient à 0t/ha, 200t/ha et 500t/ha.


Photo : Ghislain Sevenier

Réactions biogéochimiques

La pomme, comme tous les fruits, est composée essentiellement d'eau (90%) et de sucres. Elle constitue une source de matière carbonée organique qui fermente facilement sous l'effet de micro-organismes. Lors d'un apport de pommes au sol, l'activité de ces micro-organismes s'accroît et s'accompagne d'une consommation accrue de l'oxygène présent dans l'atmosphère du sol et dissous dans l'eau. Par leur respiration, les micro-organismes dégagent du dioxyde de carbone. Or, le sol étant presque saturé en eau par l'apport des pommes, le dioxyde de carbone s'y trouve piégé et acidifie le milieu. L'oxygène se raréfiant jusqu'à disparaître, certains micro-organismes peuvent lui substituer le nitrate. C'est le phénomène de dénitrification. Le milieu devient réducteur, les nitrates se transforment en nitrites, puis en diazote d'oxygène, gaz participant marginalement à l'effet de serre.

Conjointement au phénomène de dénitrification, il y a formation d'acides organiques faibles qui vont dissoudre et complexer le calcium, le magnésium, mais aussi des métaux toxiques comme le fer et le manganèse. Lors de fortes pluies, ces éléments toxiques dissous peuvent être entraînés vers les nappes phréatiques et les polluer (les valeurs maximales admissibles dans l'eau potable sont de 0,05 mg pour le manganèse et 0,20 mg pour le fer par litre).

Lorsque le sol se dessèche ultérieurement, il s'aère de nouveau, la production d'acides organiques cesse, les formes solubles du fer et du manganèse laissent place aux formes oxydées insolubles. Si les réactions décrites sont cantonnées aux trente premiers centimètres, la pollution de nappes peut être évitée. Mais pour ce faire, il est nécessaire de respecter certaines conditions lors de l'épandage.

La procédure d'élimination de ces produits facilement fermentescibles nécessite donc des études préalables pour déterminer les conditions optimales d'épandage sur les sols, sans qu'il y ait un risque pour l'environnement.

Les conditions d'épandage

Une dose épandue de 200 plus ou moins 50 tonnes de pommes par hectare paraît adaptée, dans la mesure où cet épandage est réalisé sur des sols calcaires, moyennement filtrants : sol de type alluvial, limon calcaire (sol non hydromorphe), et où la nappe est relativement profonde (au-delà de 6 m). L'incorporation doit se faire à partir de matériau broyé grossièrement et doit se limiter aux 30 premiers centimètres du sol. Par ailleurs, le travail du sol est vivement conseillé, car il permet une meilleure aération de celui-ci, donc un retour plus rapide à un système oxydant. L'irrigation est à proscrire, en dehors de l'apport naturel par la pluie dont l'intensité et la fréquence ne sont pas contrôlables. De préférence cet apport de pommes devra se faire par temps sec, avec une température ambiante avoisinant les 15°C.

Au cours de la période de dessèchement, les matières organiques se minéralisent lentement, un apport d'eau (irrigation ou pluie) peut intensifier le phénomène et éventuellement entraîner l'azote minéral vers les zones profondes. Il est donc conseillé qu'après la période de dessèchement, le sol reçoive une culture, afin de limiter le départ de l'azote nitrique vers la nappe lors de fortes pluies.

Les possibilités d'extension à d'autres fruits

L'extension de ces résultats et de leurs conclusions à d'autres espèces est envisageable pour la poire, la pêche, l'abricot et le raisin. Ces fruits, comme la pomme sont essentiellement constitués d'eau et de sucres facilement fermentescibles.

En revanche, la tomate et le melon peuvent présenter des problèmes, compte tenu de l'acidité naturelle de ces fruits. Si la technique d'épandage devait leur être appliquée, il serait nécessaire d'effectuer un complément d'étude pour redéfinir la dose maximale d'épandage à ne pas dépasser, afin d'éviter tout risque pour l'environnement.

Les espèces ligneuses, riches en cellulose, comme le chou-fleur par exemple, s'apparentent davantage à un enfouissement d'engrais vert, avec dans un premier temps une immobilisation importante de l'azote, puis une minéralisation lente.

Anne-Marie de Cockborne,
Unité de Science du Sol, Avignon. ■

Animer, Diffuser, Promouvoir

L'information scientifique et technique à l'INRA

INFOSERVICE IST

Le service de Documentation de Versailles vous présente l'infoservice IST (Information Scientifique et Technique) ouvert en février 1998. Ce sera également l'occasion de rappeler l'existence d'outils mis à disposition via cet infoservice mais existant depuis longtemps déjà.

L'infoservice IST (URL : http://www.inra.fr/IST/) est accessible depuis la page d'accueil de l'infoservice institutionnel à la sous-rubrique "Bibliothèques, documentation".

Il rassemble des informations utiles à tous (documentation, recherche...) en différentes rubriques :

1• L'IST à l'INRA
Présentation des unités de documentation, des services proposés, du service de traduction/terminologie

2• Sources d'informations INRA
Accès à diverses informations produites par l'INRA : nous détaillerons cette rubrique dans la suite du texte

2• Revues électroniques - éditeurs
Accès à des revues électroniques disponibles (revues INRA, revues extérieures) sur le Web.
Liste de sites d'éditeurs commerciaux

4• Sources d'informations externes
De nombreux sites de bibliothèques, serveurs, bases de données et sites intéressants en IST

5• Autres organismes de recherche - Ministères

6• Formations
Sites de formations en IST, cours en ligne (initiation à Internet, formats de fichiers, revues électroniques...).

7• Bulletin Info-IST
Ce bulletin ouvert sur le Web remplace le bulletin de liaison qui était publié régulièrement par le service de documentation. Il s'agit donc d'une revue électronique. Les professionnels de l'IST font le point régulièrement sur des tests en cours, nouveaux outils, nouvelles sources d'informations, ...

À l'intérieur de la rubrique "Sources d'informations INRA", sont accessibles des fichiers interrogeables également sur la machine "diamant" (par la procédure "interro").

Il s'agit de :
PUBINRA : inventaire des publications de chercheurs
PERINRA : catalogue des périodiques détenus dans les bibliothèques de l'INRA
OUVINRA : catalogue des ouvrages détenus dans les bibliothèques de l'INRA
TRADINRA : fichier des traductions réalisées par le service de terminologie de l'INRA.
Ces 3 derniers fichiers ne sont accessibles qu'en interne.

On trouve également dans cette rubrique les archives de la liste de diffusion ISTINFO : cette liste a été créée afin de permettre un échange d'informations par la messagerie électronique entre les professionnels de la documentation mais elle est ouverte à tous (à l'intérieur de l'INRA). Cette liste est modérée, c'est-à-dire que les messages sont lus avant d'être renvoyés sur la communauté des abonnés à la liste (environ 120 inscrits).

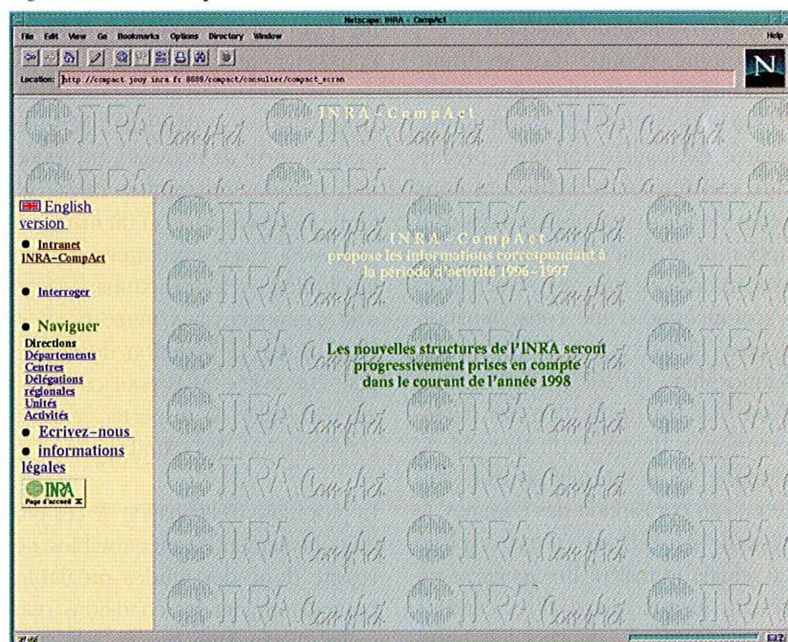
Enfin cette rubrique propose des fiches techniques sur des logiciels documentaires : Texto, Endnote, Procite, Reference Manager, Rapwin, Asksam.

Françoise Boudet-Bône,
Service de Documentation, Versailles.
boudet@versailles.inra.fr

COMMENT RECHERCHER DES INFORMATIONS DANS LE SYSTÈME INRA-CompAct ?

Vous voulez connaître la liste des unités INRA qui travaillent sur la pomme de terre, les chercheurs qui participent aux recherches sur la qualité de la viande ; vous cherchez les coordonnées d'une personne à l'INRA. Le système d'informations INRA-CompAct est à votre disposition sur le web INRA (www.inra.fr, rubrique Activités de recherche).

Page d'accueil INRA-CompAct



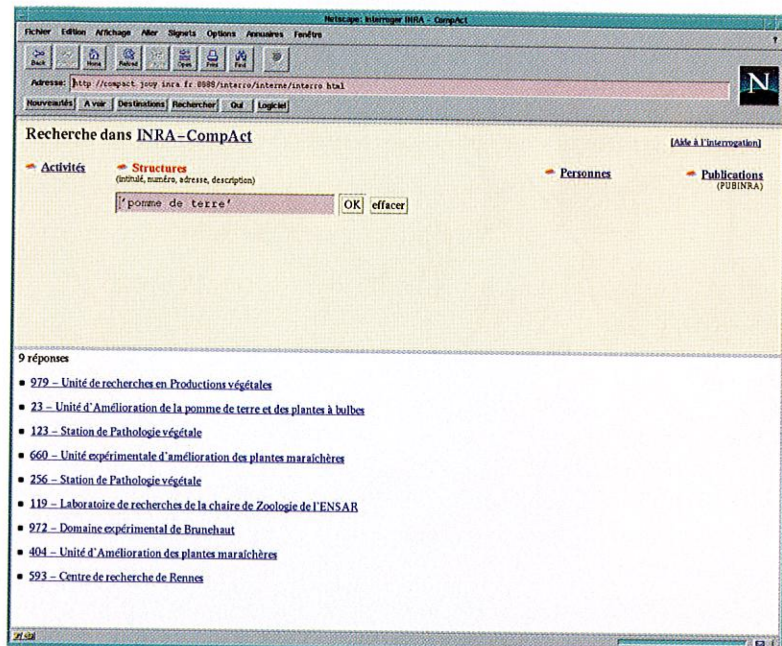
À partir de là, 2 accès sont possibles :

1• Vous possédez un mot de passe INRA-CompAct [1] ; vous accédez alors en intranet à l'ensemble des informations [2] du système par la "**navigation**" à travers les unités et les activités ou par l'"**interrogation**" qui vous permet d'identifier à l'aide de mots-clés, des unités, des activités, ou de rechercher une personne...

[1] Toute personne INRA peut, sous couvert de son chef de service, obtenir un mot de passe INRA-CompAct auprès de l'informaticien de son centre.

[2] Les informations présentes dans INRA-CompAct sont celles correspondant à la période d'activité 96-97.

Page sélection structures+résultats (copie d'écran)
Les unités qui travaillent sur la pomme de terre.



2• Vous ne possédez pas de mot de passe ; vous êtes alors dans la situation de toute personne externe à l'INRA qui accède (par la navigation et l'interrogation) à la liste et la description des unités, à la liste et une courte description des activités.

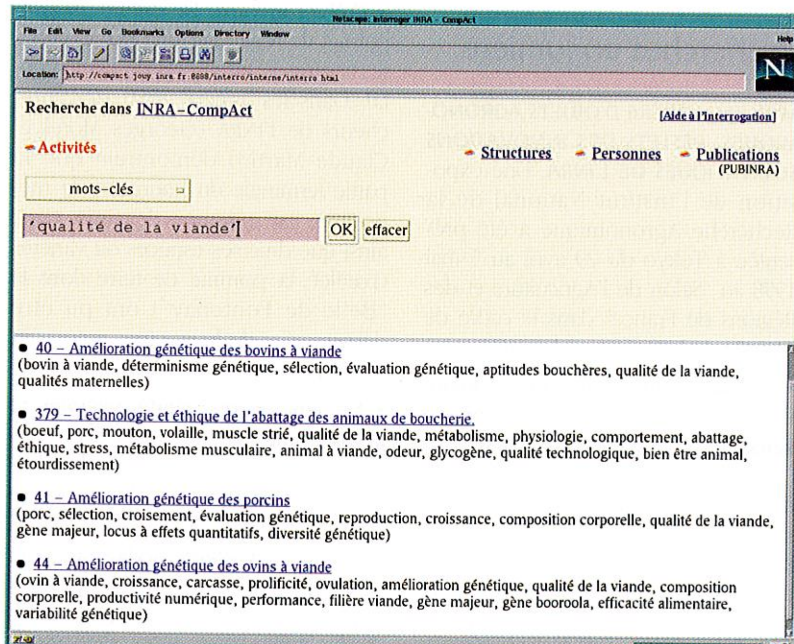
Interrogation - Mode d'emploi

Il vous est proposé 4 options de recherche : les structures, les activités de recherche, les personnes ainsi que les publications (lien vers le fichier PUBINRA).
La recherche de structures et d'activités se fait à l'aide de mots simples ou d'expressions littérales que le moteur de recherche (en l'occurrence Wais) applique à l'ensemble des zones textuelles décrivant les structures et les activités.
Des champs de description spécifiques dits "documentaires" (mots-clés, disciplines...) visent à organiser et donner une certaine pertinence aux résultats. Ces champs, comme toutes les descriptions, sont sous la responsabilité des directeurs ou animateurs d'activités.
Actuellement, le système fonctionne sur la base de mots "libres" (pas de liste *a priori*, pas de thésaurus) avec quelques règles d'indexation permettant d'éviter une trop grande hétérogénéité. Un chantier documentaire visant à optimiser la recherche des informations est inscrit dans les travaux du groupe de suivi INRA-CompAct.

Les résultats de la recherche sont des listes d'intitulés d'unités ou de titres d'activités sur lesquels il suffit de cliquer pour obtenir les informations adéquates (coordonnées, descriptions, listes de personnes...)

Françoise Dugarin,
DIC, Paris
dugarin@paris.inra.fr

Les activités qui traitent de la qualité de la viande



PUBINRA,
SOURCE D'INFORMATION SUR L'INRA

PUBINRA est l'inventaire des publications des chercheurs, géré par le Service de Documentation. Cette base de données est accessible à la fois sur le Serveur WEB de l'INRA (www.inra.fr, rubrique Activités de Recherche) et, pour des utilisations plus professionnelles, sur la machine "diamant" de Jouy-en-Josas (avec mot de passe). Créée à l'origine dans un objectif de valorisation patrimoniale, cette base est depuis longtemps utilisée au quotidien tant en interne qu'en externe pour de multiples questions documentaires.
Désormais, grâce à un effort d'exhaustivité et de qualité, et grâce à sa richesse en informations normalisées, PUBINRA peut prétendre à être utilisé aussi comme corpus de références pour des analyses scientométriques.
Voici des exemples d'exploitations bibliométriques, déjà traitées ou en cours grâce à des outils statistiques diversifiés :
• positionnement de l'INRA dans la science internationale : adéquation

des corpus SCI et PUBINRA (SCI = Science Citation Index, produit par l'Institute for Scientific Information)

• réponses aux demandes d'information sur les résultats de recherche de l'INRA, émanant de la Commission Parlementaire et de la Cour des Comptes

• à la demande d'autres Instituts de recherche, positionnement comparé de nos organismes au point de vue typologie des publications

• étude de la collaboration scientifique de l'INRA avec quelques pays tels que le Canada, les ex-pays de l'Est, les pays du Maghreb...

• pour les départements de recherche, centres ou directions scientifiques, nombreuses études sur les pratiques de publication et leur évolution (co-publications, supports, thématiques...)

• caractérisation d'unités de recherche appartenant à des secteurs différents de l'INRA, en fonction de leurs types de publication

• recensement des revues dans lesquelles les chercheurs publient, analyse des fréquences et des comités de lecture, et plus généralement, caractérisation des supports de publication

• étude de l'évolution de la langue de publication

• analyse du processus de transfert des résultats de recherche vers le technique et la vulgarisation

• recensement des thèses passées à l'INRA pour étudier le devenir des doctorants

• à la demande d'Instituts techniques ou de Sociétés Savantes, extraction, d'après des profils thématiques, de références destinées à une diffusion conjointe sur des supports électroniques variés.

On peut donc en conclure qu'en dehors de son rôle patrimonial et documentaire, PUBINRA est devenu l'un des outils indispensables pour les analyses introspectives, la connaissance et la reconnaissance de l'Institut.
L'effort d'exhaustivité et de qualité doit donc être poursuivi par tous....

Annie Chartier,
Service de Documentation, Versailles
chartier@versailles.inra.fr



Photo : Florence Evrard

Manifestations

Recherches en lumière

MISE EN LUMIÈRE D'OBJETS AGRONOMIQUES, REFLETS DES INNOVATIONS SCIENTIFIQUES DE L'INRA. Une exposition de l'Institut National de la Recherche Agronomique a été présentée à Tokyo du 29 avril au 5 mai 1998 au "Salon de l'Agriculture et des Régions de France" dans le cadre de l'Année de la France au Japon.

▪ **Des tabacs indicateurs de pollution.** Une variété de tabac, particulièrement sensible à l'ozone, a été testée à l'INRA de Nancy. En présence d'ozone, des nécroses foliaires apparaissent sur les plantes. La taille de ces nécroses est indicatrice du taux d'ozone de l'air.
Ces tabacs donnent une bonne image des niveaux de pollution. Quelques villes ont déjà expérimenté ce dispositif.

▪ **Culture in vitro.** La culture *in vitro* permet de régénérer une plante entière à partir de fragments de tissu végétal. Dans les années 1950, des chercheurs de l'INRA (Georges Morel et Claude Martin) démontrent que la partie terminale du bourgeon, le méristème, est indemne de virus. C'est ainsi que diverses espèces ou variétés (l'œillet, la pomme de terre dont la "Belle de Fontenay") ont pu être débarrassées de leurs virus, autorisant ainsi une relance de ces cultures.

▪ **Des emballages biodégradables et bioassimilables.** Les pots de fleurs exposés constituent un essai de fabrication de matériaux d'emballage solides à partir d'amidon. Des recherches sur la biodégradabilité visent la mise au point d'une gamme de matériaux à durées de dégradation différentes. Elles permettent d'ajuster la


Photo : Florence Evrard

stabilité des emballages à leur durée d'utilisation. Les emballages biodégradables et bioassimilables participent à une meilleure gestion des déchets, préservant ainsi l'environnement.

▪ **Les hybrides d'asperge Andréas.** La sélection de l'asperge a donné lieu, dès le début des années 1970, à la création de nombreuses variétés. Andréas a été mise au point par l'INRA, Vilmorin et Darbonne, et diffusée à partir de 1990. Cette variété a la particularité d'être le premier hybride F1 mâle commercialisé au monde. Ces asperges mâles sont plus précoces, plus productives et ont une meilleure longévité.

▪ **Les cocons.** La sélection de races et l'obtention de vers hybrides permettent d'améliorer la qualité du fil et la quantité de soie. Les cocons, jaunes ou blancs, proviennent de vers à soie de deux races européennes génétiquement différentes. Les hybrides sont obtenus à l'Unité Nationale Séricicole (UNS). Cette unité recherche et expérimente également de nouvelles techniques d'élevage et entretient une collection de mûriers destinée à la sauvegarde du patrimoine génétique et à la multiplication de plants adaptés aux conditions les plus diverses.

▪ **Le colza.** Les progrès de la recherche en amélioration génétique, en phytotechnie et en technologie ont contribué à l'essor du colza. Des lignées dites "double zéro" (sans acide érucique dans l'huile et à faible teneur en glucosinolates dans le tourteau) ont été obtenues dès 1984, fruit de la collaboration entre l'INRA et Sérasem. Dix ans plus tard, le premier hybride composite, Synergie, était inscrit au catalogue.
De façon à diversifier les débouchés alimentaires et industriels, de nouvelles lignées sont en création à l'INRA.

▪ **Génome animal.** La cartographie du génome permet de localiser et d'ordonner sur les chromosomes les quelque 100 000 gènes d'un mammifère. Un millier de marqueurs jalonnent actuellement le génome bovin. Des marqueurs ont déjà permis de localiser des régions d'intérêt zootechnique : caractère "sans corne" des bovins et caprins ; hypertrophie musculaire, quantité de lait chez les bovins ; viande acide chez le porc...

▪ **La sélection des semences.** Les travaux menés à l'INRA en génétique et amélioration des plantes permettent d'obtenir des variétés nouvelles plus performantes. Actuellement, plus de 400 variétés créées par l'institut sont diffusées auprès des agriculteurs et des horticulteurs par Agri Obtentions, société semencière filiale de l'INRA.

▪ **Le chêne, une essence majeure de la forêt française.** La sylviculture du chêne, en France, relève d'une longue tradition dont l'objectif principal est de produire du bois de grande qualité. Actuellement, les recherches s'orientent vers l'impact du milieu sur le fonctionnement physiologique des arbres et des peuplements, la meilleure identification des espèces grâce à la génétique et la définition de traitements mieux adaptés à une production rapide de bois de qualité.

Valérie Toureau,
DIC Paris.

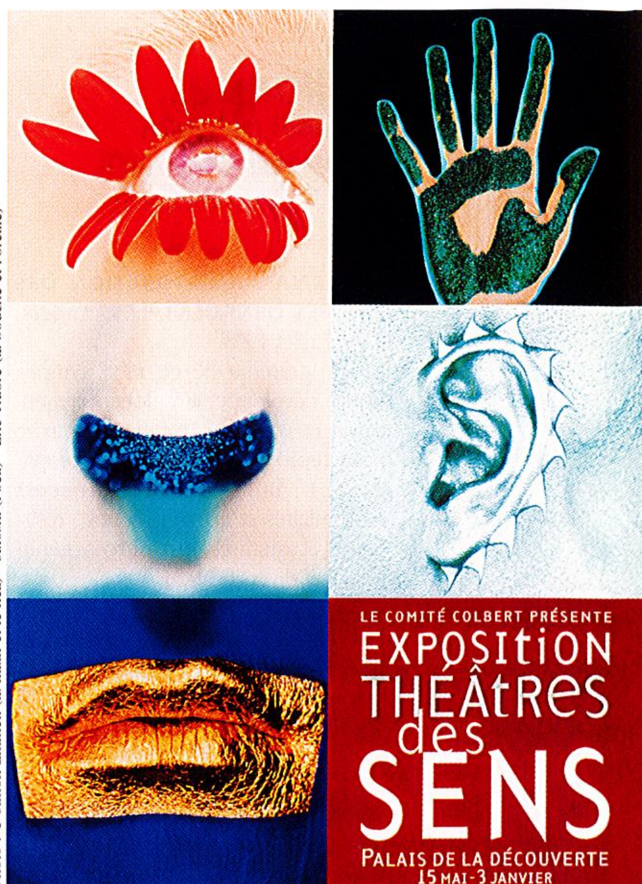


Photo : © Simon Emmett (la main et le nez) - Satoshi (l'oeil) - Eric Traoré (la bouche et l'oreille)

THÉATRES DES SENS, Palais de la Découverte, organisé par le comité Colbert, 15 mai 1998 - 3 janvier 1999.
C'est une exposition à la fois scientifique, ethnographique, culture et artistique. Son objectif : faire prendre conscience de la richesse insoupçonnée de nos cinq sens, dans leur relation avec l'action, la communication entre les êtres et le plaisir. Ce thème du plaisir des sens fédère tous les secteurs d'activité couverts par les maisons du comité Colbert et exprime leur modernité, leur créativité. Entre autres "espaces", le "sentir/goûter" par une odeur de chocolat, odeur d'enfance s'il en est ; le parcours se poursuit par olfaction et gustation, dont les éléments se répondent. Sur un voile central, les molécules odorantes deviennent les images de nos souvenirs, chaque odeur est une histoire. Le visiteur traverse des "paysages d'odeurs" le bord de la mer, le marais, le sous-bois, la garrigue ; il est convié à des "moments de vie" comme le petit-déjeûner... "Les odeurs n'ont pas de nom dans notre cerveau. Il n'y a que le contenu vécu, les souvenirs sensoriels et les affects qui s'y rattachent".

Colloques
Comptes rendus

RENCONTRES ANGERS-ANTIBES EN HORTICULTURE ORNEMENTALE, les 5 et 6 mai derniers, 35 chercheurs et techniciens des centres d'Angers et d'Antibes se sont réunis à Angers autour de la problématique "Horticulture ornementale". Des chercheurs de l'unité de Ploudaniel et des enseignants-chercheurs de l'INH se sont joints à eux. Les discussions ont permis une meilleure connaissance mutuelle des programmes. Des synergies et des complémentarités ont été mises en relief. En conclusion, les chercheurs ont constitué des groupes de travail par thématiques et devraient faire le point d'ici un an. Le séjour comprenait également des excursions : la visite d'une champignonnière ; un dîner composé de fouaces accompagnées de vin d'Anjou ; la visite d'une entreprise horticole du Pôle angevin.


Photo : Jean-Luc Gaignard.

Louis-Marie Rivière,
Président de centre, Angers

Colloques
organisés par l'INRA ou auxquels participent des intervenants INRA

EUCARPIA : AMÉLIORATION DES PLANTES ORNEMENTALES, Angers, 27-30 juillet 1998.
Au programme de ce 19ème symposium : développement floral, pigmentation et parfum ; technique *in vitro* pour reproduction (sauf micropropagation) ; utilisation de marqueurs moléculaires et cytogénétiques ; résistance et qualité ; ressources génétiques et diversification.
▲ Contact : secrétariat, 42 rue Georges Morel BP57, 49071 Beaucouzé cedex. Fax. 02 41 22 56 05. Alain Cadic. Tél. 02 41 22 57 72. Fax. 02 41 22 57 55. Mél. cadic@angers.inra.fr

SCIENCE DU SOL, Le Corum, Palais des congrès Montpellier, organisé par l'AISS et l'AFES, 20-26 août 1998.
Au cours de ce 16ème congrès mondial : objectifs de la science du sol ; les défis qu'elle doit relever et les services qu'elle peut rendre. 45 symposiums et 6 ateliers : séances orales et posters. Expositions scientifique, technique et éducative...
▲ Contact : secrétariat du congrès. Agropolis, avenue Agropolis, 34394 Montpellier cedex 05. Tél. 04 67 04 75 38. Fax. 04 67 04 75 49. Mél. isss@agropolis.fr. serveur : http//www.cirad.fr/isss.html.

ANALYSE DES RISQUES, Paris, organisé par l'ISPN et la SRA-E, 11-14 octobre 1998.
Les dernières décennies ont vu se structurer une approche intégrée de l'analyse du risque, de l'évaluation scientifique à la gestion. Le manque d'implication des différents partenaires dans le processus de maîtrise du risque reste insatisfaisant. Les réponses peuvent être institutionnelles (évolution de l'organisation) mais aussi scientifiques (évaluations plus complètes et "critiquables").
Date limite pour l'envoi des dossiers : **10 septembre 1998.**
▲ Contact : Philippe Hubert, président SRA-E, Claire Mays, comité de liaison, Isabelle Canovas, secrétariat. Mél. sraparis@ispn.fr. ISPN DPHD SEGR "SRA Paris conférence" BP6, 92265 Fontenay aux Roses cedex. Tél. 01 46 54 79 11. Fax. 01 46 54 88 29.

NOUVELLES TENDANCES POUR LES PROCÉDÉS BIOLOGIQUES DE TRAITEMENT DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE POUR LES EAUX RÉSIDUAIRES URBAINES ET AGRO-INDUSTRIELLES, Narbonne, organisée par l'INRA, la SFM, le CFRP et l'EFB, Le Théâtre Scène Nationale, 12-14 octobre 1998.
Conférence européenne dont les objectifs sont de faire état de l'art sur les systèmes de traitement biologique des nutriments, de discuter des nouvelles tendances dans ce domaine et d'en évaluer les applications industrielles potentielles. Les thèmes retenus sont : mise en évidence de nouvelles voies métaboliques pour la dégradation de l'azote et du phosphore, microbiologie des écosystèmes de dépollution (diversité et dynamisme), études physiologique et cinétique de micro-organismes particuliers ou d'écosystèmes, génie des procédés (réacteurs à membranes, immobilisation cellulaire), modélisation et contrôle des bioprocédés. Ce congrès a pour vocation de réunir des industriels et des chercheurs pour permettre le développement de collaborations futures.
▲ Contact : Dominique Patureau et René Moletta. Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, avenue des Étangs, 11100 Narbonne. Tél. 04 68 42 51 69. Fax. 06 48 42 51 60. Mél. patureau@ensam.inra.fr.

JOURNÉES DE LA MESURE, Anglet, organisées par la dir. Informatique et le Groupe Mesure, 12-15 octobre 1998.
Sujets des exposés : acquisitions, capteurs, traitement de signal logiciel de commerce ou maison, transmission de données, instruments de mesure, analyse d'images... Thèmes des intervenants extérieurs : valorisation industrielle, brevet, transfert, de technologie ; compatibilité électrique des machines entre elles : (CEM), marquage CE et normes associées ; gestion de la maintenance et des parcs de machines ; gestion de laboratoire sous assurance qualité.
31 Juillet 1998 : réception des textes définitifs des communications, des posters et des démonstrations
15 Septembre : clôture des inscriptions.
▲ Contact : VVF La Chambre d'Amour, 64600 Anglet. Tél. 05 59 31 31 31. Journées de la Mesure, BP3, 31931 Toulouse cedex 09. Mél. jdm98@toulouse.inra.fr

LA CÉRÉALICULTURE À L'AUBE DU 3ème MILLÉNAIRE, CNIT Paris La Défense, organisé par Défi Blé, Céréaliers de France, 22-23 octobre 1998.
▲ Contacts : Anne Simon. Tél. 01 41 38 23 49. Fax. 01 41 38 26 01. Céréaliers de France : Bénédicte Caillé. Tél. 01 44 31 10 00.

DEUX MODÈLES DE RECONNAISSANCE, FUSION ET INTÉGRATION CELLULAIRE : LA FÉCONDATION ET L'INFECTION, hôpital Antoine Béclère Clamart, organisé par l'Institut Paris-Sud sur les Cytokines, 27 octobre 1998.
Au programme de ces 10èmes journées : les modèles de fécondation et le modèle infection. Inscriptions et renseignements : **avant le 5 septembre 1998.**
▲ Contact : Rose-Marie Delattre. Tél. 01 45 37 48 78. Fax. 01 45 37 46 13. Mél. ipsc.inserm@u-psud.fr.

Colloques
autres

VECTORISATION, Carré des Sciences du ministère de l'Éducation Nationale, de la Recherche et de la Technologie, organisé par le Groupe Thématique de Recherche sur les Vecteurs, 7 et 8 décembre 1998.
Le Groupe Thématique de Recherche sur les Vecteurs est une association type loi 1901 qui a pour objectif principal d'encourager les collaborations scientifiques entre les équipes de recherche dont la thématique est centrée sur la "vectorisation", terme qui désigne toutes les structures capables de véhiculer une molécule d'intérêt biologique en modifiant sa distribution tissulaire et/ou cellulaire ou son

Courrier de l'environnement n°33.
Dessin : Robert Rousso.



interaction avec les cibles (dans le domaine de la thérapie génique, par exemple). Depuis 1986, les journées scientifiques regroupent environ 200 participants autour de 4 à 5 conférences plénières présentées par des spécialistes mondiaux dans leur domaine de discussions autour de posters ou de communications orales. Les conférenciers qui ont confirmé leur participation sont : T. Boon (UCL, Bruxelles. Antigènes tumoraux et lymphocytes T cytolytiques ; D. Guilloteau (faculté de Pharmacie, Tours). Vectorisation des radiopharmaceutiques ; E. Pringault (Institut Pasteur, Paris). Perméabilité de la muqueuse intestinale aux particules ; G. Riess (ENSC, Mulhouse). Copolymères à blocs pour la préparation des vecteurs.

▲ Contact : Gillian Barratt (GTRV). Fax. 01 46 83 58 53. Mél. Gillian. Baratt@cep.u-psud.fr

Éditer, lire

Revues

LE COURRIER DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INRA, délégation permanente à l'environnement, n°33, avril 1998, 146 p.
Au sommaire : agriculture durable et nouveau contrat social ; évaluation économique et environnement ; informer sur l'état sanitaire des forêts ; vieilles lunes ? l'azote et les nitrates, hier... ; agriculture de montagne et soutiens publics ; aurochs : manipulation scientifique ? mission : vigies ; le jeu de rôle des dégâts de gibier ; estimation de l'impact sur l'environnement de traitements phytosanitaires pour des colzas transgéniques résistant au glyphosate ou au glufosinate ; PAC, environnement et emploi ; indicateurs agro-écologiques ; l'évolution actuelle des cultures menace les nappes phréatiques en Lorraine et en Alsace ; la récolte des papillons... sauve les papillons ; acteurs sociaux et politique agri-environnementale dans l'Union européenne ; les terrasses cévenoles.

CAHIERS D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES FRANCOPHONES AGRICULTURES, Éditions John Libbey Eurotext, vol. 7, n°2, mars-avril 1998, 99 p. 120 F.
Au sommaire : comment détruire une paysannerie, ou l'agriculteur piégé ; les options agro-pastorales des Sahéliens et leurs évolutions dans le nord du Burkina Faso ; valorisation de la graine de goyave : huile de l'amande et poudre abrasive des coques ; maîtrise du ruissellement et modélisation des pratiques de production ; cercosporiose des agrumes causée par *Phaeoramularia angolensis* ; analyses tensiométriques appliquées au pilotage d'irrigation ; évolution des productions agricoles et des espaces ruraux sous influence urbaine ; d'une révolution agricole à l'autre ; effet de la salinité sur la germination de graines de céréales cultivées en Tunisie.

PRAIRIES PÉRENNES, TERRITOIRE ET QUALITÉ DES PRODUITS, numéro spécial consacré aux journées professionnelles 1997 Éditions AFPF, 1998, 150 F. le n° séparé, 230 F. les 2 n°s.
Cet ouvrage sera scindé en 2 numéros.
4 grands thèmes pour ces deux parties : systèmes herbagers et qualité des produits ; les prairies pérennes en zone de cultures fourragères : de leur conduite à l'organisation du travail ; les prairies permanentes dans les plaines herbagères : de leur exploitation à l'entretien du paysage ; les prairies de potentiel limité : intérêts pour des produits et des paysages de qualité.

SÉCHERESSE, Éditions John Libbey Eurotext, vol. 9, n°1, mars 1998, 74 p. 140 F.
Au sommaire : la question du reboisement en Algérie ; utilisation du paillage léger et de la haie vive dans la lutte contre l'érosion en zone semi-aride de montagne ; modification de la saison pluvieuse dans l'Atakora (1961-1990). Un exemple de sécheresse au nord-ouest du Bénin ; variabilité des situations météorologiques pluvieuses pendant le semestre estival en Languedoc-Roussillon ; les marges arides de Syrie : la "frontière" des 200 mm. Planification agricole et occupation du territoire ; essai de modélisation du transport solide sur les microbassins versants de Tebaga ; valorisation des techniques anti-érosives traditionnelles en milieu sahélien ; les micro-barrages en sacs de sable.

FOURMI VERTE, mensuel, mai 1998, 43 p., 25 F. La nature porte-bonheur. Dossier : construire une mare dans son jardin.

Livres

LES CHERCHEURS ET L'INNOVATION. REGARDS SUR LES PRATIQUES DE L'INRA, INRA Éditions, coll. Sciences en questions, 1998, 90 F TTC (63 F TTC pour les agents INRA) (+ 30 F de port).

En juillet 1995, le Président et le Directeur général de l'INRA ont installé un groupe de travail pluridisciplinaire dont la mission consistait à analyser le cheminement qui conduit à l'INRA de l'invention jusqu'à l'innovation mise en œuvre par des utilisateurs extérieurs à l'Institut. Pour comprendre les mécanismes qui mènent avec succès vers l'innovation, le groupe a sélectionné un échantillon d'une vingtaine de cas d'innovations réussies ou d'échecs significatifs, portant sur des produits (par exemple une céréale, le triticale), des méthodes (par exemple la méthode de rationnement des animaux de ferme), des processus (la découpe automatique des carcasses bovines) *.

Cette première sélection opérée, il a été décidé de confier les études de cas à des intervenants extérieurs, apportant les garanties nécessaires non seulement en termes d'objectivité, mais également en termes de compétence dans deux domaines :

- la sociologie de l'innovation, pour laquelle il a été fait appel au Centre de Sociologie de l'Innovation de l'École des Mines de Paris (CSI), leader reconnu, auteur d'une approche originale remettant en cause le modèle linéaire de l'innovation ;
- la science de la gestion, pour laquelle il a été fait appel au Centre de Gestion Scientifique du même établissement (CGS), qui a conduit sur ce sujet de nombreux travaux dans de grandes entreprises.

Ces études ont été réparties entre ces deux intervenants, qui ont travaillé séparément, mais chacun en étroite relation avec le groupe de travail INRA, durant dix-huit mois environ et ont remis leurs rapports courant 1997.

Ces rapports ont fait l'objet d'une synthèse qui regroupe leurs principales conclusions : analyse des processus d'innovation et de leur gestion, diagnostic des forces et des faiblesses de l'Institut et propositions d'amélioration. À titre d'exemple les recommandations du CGS peuvent être regroupées sous les trois items suivants :

- Légitimer l'innovation au sein de l'Institut
- Produire et cultiver les innovateurs
- Promouvoir les champs d'innovations et s'organiser en conséquence.

* Les douze études de cas retenues sont : la création d'hybrides d'endive ; la relance du fromage de Beaufort ; la création de l'Orylag ; l'automatisation du démontage des carcasses de bovins ; le sexage des embryons de bovins ; l'automatisation de la fromagerie de la Roche-sur-Foron ; la sélection de la brebis Lacaune pour la production de Roquefort ; la création d'hybrides de colza ; la méthode *Jubil* pour la maîtrise de la fertilisation azotée ; les méthodes de lutte contre la pyrale du maïs ; la rationalisation de l'alimentation des ruminants ; des innovations dans la filière œnologie.

ORGANISMES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉS À L'INRA, ENVIRONNEMENT, AGRICULTURE ET ALIMENTATION, dossier coordonné par Claire Sabbagh et Patrick Tallon, mai 1998, 150 p. ce dossier est disponible gratuitement pour le personnel de l'INRA auprès des chargés de communication de chaque centre et vendu au prix de 70 F. pour les demandes extérieures à l'INRA.

Sommaire : OGM et agriculture ; OGM et environnement ; OGM et alimentation ; OGM et santé humaine ; quelques repères scientifiques.

LES ANIMAUX TRANSGÉNIQUES, Louis-Marie Houdebine, coll. Génie Génétique G2, Éditions Médicales Internationales, Tec & Doc Lavoisier, 1998, 192 p., 295 F.

Un nombre croissant d'animaux transgéniques sont préparés pour servir de modèles d'étude de maladies humaines ou de sources de cellules et d'organes destinés à l'espèce humaine. En agronomie, la transgenèse peut contribuer à l'obtention de lignées d'animaux résistant aux maladies, à l'augmentation des rendements ou à l'amélioration de la qualité des produits d'origine animale. Cet ouvrage fait le point des techniques d'addition et de remplacement de gènes ainsi que des vecteurs permettant un bon contrôle de l'expression des transgènes. Il rappelle les principales applications pour la recherche, la médecine et l'agronomie et s'achève sur un panorama des principaux problèmes posés par la transgenèse : bioéthique, biosécurité...

DES INCONNUS DANS... NOS ASSIETTES. APRÈS LA VACHE FOLLE, LES ALIMENTS TRANSGÉNIQUES ! Dorothée Benoît Browaeys, Éditions Raymond Castells, 1998, 255 p., 96 F.

Angoisses dans la cuisine : qui veut manger des transgènes aux petits oignons ? Ce livre démontre, preuves à l'appui, combien les tentatives de maîtrise des biotechnologies échouent et plongent nos sociétés -déjà ébranlées par les récents scandales sanitaires- dans l'angoisse face à des nourritures incertaines qui peuvent conduire au pire.

LES MARQUEURS MOLÉCULAIRES EN GÉNÉTIQUE ET BIOTECHNOLOGIES VÉGÉTALES, D. de Vienne, éd., INRA Éditions, coll. Mieux comprendre, 1998, texte en français, 208 p., 225 F.

Depuis une dizaine d'années, l'utilisation des marqueurs moléculaires a d'ores et déjà modifié, voire bouleversé, de nombreux secteurs de la biologie : biologie moléculaire (clonage positionnel), génétique des populations (mesures de diversité et de flux de gènes), génétique évolutive (cartographie comparative), génétique quantitative (détection et identification des QTL, ou locus contrôlant les caractères quantitatifs), améliorations des espèces (sélection assistée par marqueurs).

GÉNIE GÉNÉTIQUE. DES CHERCHEURS CITOYENS S'EXPRIMENT. Pièces nouvelles au dossier des OGM. Appel des scientifiques et des médecins, Mae-Wan Ho, Gilles-Éric Séralini, Minh-Hà Pham-Delègue, Henri Darmency, Marie-Angèle Hermitte, préfacé par Jean-Marie Pelt, co-éditions Ecoropa et Institut européen d'Écologie et Science Frontières Sang de la terre, 1998, 156 p., 89 F.

Au sommaire : le génie génétique : rêves ou cauchemars, bibliographie ; la pollution transgénique, les apprentis cloneurs ; évaluation de l'impact des plantes transgéniques exprimant des inhibiteurs de protéases sur l'abeille domestique ; possibilités de croisement entre cultures transgéniques et plantes sauvages ; les OGM et la précaution : comme un parfum de nostalgie ; appel des scientifiques et des professionnels de la santé pour un contrôle des applications du génie génétique.

LES CAMPAGNES ET LEURS VILLES, Bertrand Schmitt, Philippe Perrier-Cornet, Michel Blanc, Mohamed Hilal, INRA/INSEE, coll. Contours et Caractères, 1998, 203 p., 79 F.

Au sommaire : zonages et territoires ruraux ; les populations rurales ; flux migratoires et mobilités ; conditions de vie en milieu rural ; déplacements des ruraux ; équipements des communes et bassins de vie ; emplois et entreprises ; la main-d'œuvre rurale ; l'agriculture dans les dynamiques rurales ; modes d'usage des sols et marché foncier.

SOLS CONTAMINÉS, actes de la 3ème conférence internationale sur la biogéochimie des éléments en trace, INRA Éditions, coll. Les colloques, texte en anglais, 1998, 380 F.
Au sommaire, trois thèmes principaux : biogéochimie des éléments en trace ; impacts et voies d'exposition ; évaluation et gestion du risque. Cet ouvrage est constitué d'un CD Rom qui contient 127 articles, 120 posters et 435 résumés de 30 pays différents.

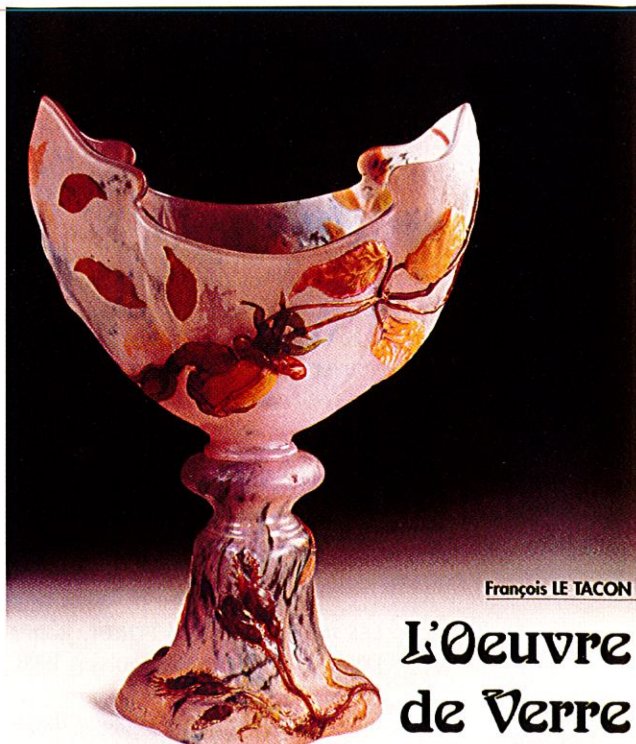
AGRICULTURE INTENSIVE ET QUALITÉ DES EAUX, C. Cheverry Éd., INRA Éditions, coll. "Science update", 1998, 310 p., texte en français, illustré de planches couleur, 150 F.
L'intensification de l'agriculture au cours des quatre dernières décennies a été plus forte en Bretagne que partout ailleurs en France. Les conséquences de cette pratique et de la productivité exceptionnelle qui lui est liée (14% de la production en valeur sur 6% du territoire) ont conduit à des consommations très fortes d'intrants (18% de l'agriculture française). C'est dans ce contexte que le programme CORMORAN (Caractérisation, ObseRvation, Modélisation des tRansferts de masse et d'énergie en milieu Agricole iNtensif) a été mis en place selon 3 principes : aborder spatialement les processus de transfert des polluants, caractériser les zones actives par rapport à ces processus, les modéliser à la fois pour comprendre et pour généraliser.

MALADIES DU TABAC. OBSERVER, IDENTIFIER, LUTTER, D. Blancard, INRA Éditions, coll. "Techniques et pratiques", 1998, 376 p., 450 F. (+30 F. de port).
L'ouvrage présente l'historique du tabac, les principaux types de tabacs cultivés, les différentes techniques de production, l'organisation de la filière (de la recherche au planter), les maladies du tabac. Il contient de nombreuses photos (500), des dessins ainsi que des fiches détaillées sur les maladies.

L'ŒUVRE DE VERRE D'ÉMILE GALLÉ, François Le Tacon, Éditions Messene, 1988, illustré, 248 p., 280 F. (+29 F. de frais de port).
L'ouvrage consacré à l'œuvre en verre du fondateur de l'École de Nancy, documente et analyse de façon riche et souvent nouvelle, non seulement l'époque de la création des chefs-d'œuvre, mais aussi celle qui précède et qui est le terreau du génie d'Émile Gallé et celle qui fait suite après sa mort. Le livre nous fait également découvrir les dessinateurs, souffleurs de verre, décorateurs et graveurs mettant en valeur le patrimoine des collections publiques françaises.

40 ANS D'HISTOIRE AGRICOLE : LES OCCASIONS PERDUES (1955-1981), Philippe Neeser, Éditions France-Agricole, coll. "Comprendre", tome 1, 1997, 400 p., 202 F. (+22 F. de frais de port).
Cet ouvrage est une chronique sur les événements qui ont marqué l'histoire de l'agriculture de 1955 à 1993. Témoin, mais aussi acteur de la grande mutation du monde agricole avec ses formidables avancées techniques et économiques, l'auteur analyse les erreurs et la difficulté à mettre en œuvre des réformes dans une société bloquée. Le second tome couvrant les années 1981 et 1993 doit paraître en septembre prochain.

UN SAVANT, UNE ÉPOQUE. *Geoffroy Saint-Hilaire, un naturaliste visionnaire,* 1772-1844, Hervé Le Guyader, Éditions Belin, coll. dirigée par Jean Dhombres, 1998, 351 p., 125 F.
Professeur de zoologie au muséum d'histoire naturelle à 21 ans, membre de l'expédition de Bonaparte en Egypte à 26 ans, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire est l'homme d'une seule idée, formulée dès l'âge de 24 ans : "il semble que la nature a formé tous les êtres vivants sur un plan unique". Une idée révolutionnaire qui annonçait un certain transformisme, à défaut d'une véritable évolution, ce que Georges Cuvier, fixiste et créationniste, ne pouvait accepter. La polémique, devenue publique, opposa les deux hommes pendant plusieurs années à l'Académie des Sciences. Par un curieux retour de l'histoire, l'idée tant décriée de Geoffroy Saint-Hilaire reprend vie à la fin du XXème siècle. Grâce à la biologie moléculaire, le naturaliste revient au premier plan des plus prestigieuses revues scientifiques. Rarement un savant aura eu droit à une telle reconnaissance un siècle et demi plus tard !

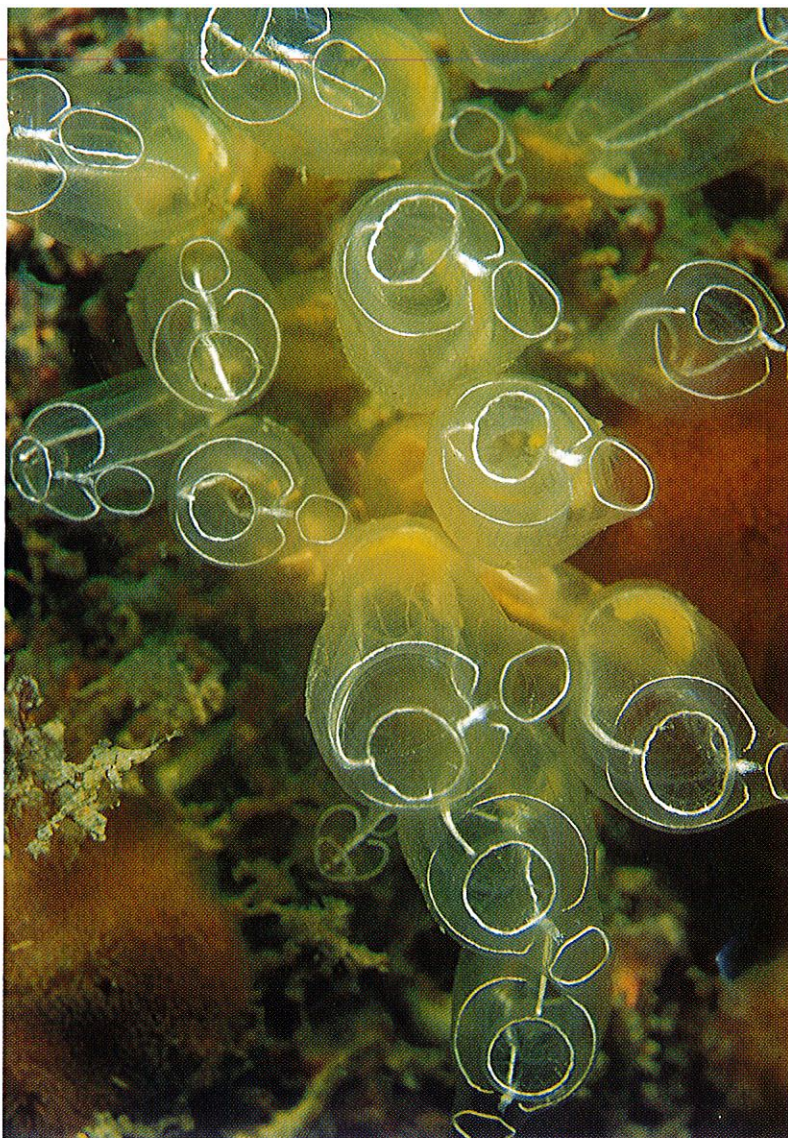


L'EAU. USAGES ET CONFLITS D'USAGES, Jacques Lecomte, Éditions PUF, coll. Que Sais-je ?, 1998, 127 p., 42 F.
95 milliards de francs de chiffre d'affaires annuel pour fournir aux Français 6 milliards de mètres cubes d'eau potable. Une trentaine de pays confrontés à la pénurie d'eau au XXIème siècle. Le déclenchement possible d'une guerre de l'eau au Proche-Orient. L'eau et les intérêts de toutes sortes qu'elle représente seront probablement l'un des enjeux majeurs du XXIème siècle, au regard de l'évolution de la planète qui va la rendre de plus en plus précieuse dans les différentes régions du globe, pays pauvres comme pays riches.

BIBLIOGRAPHIE 1997. ÉCONOMIE ET SOCIOLOGIE RURALES, INRA Éditions, n°13, 1998, 315 p.
Au sommaire : agricultures. Structures et production ; agriculture et politique agricole ; secteur agro-alimentaire et industriel ; ressources humaines et territoire ; ressources naturelles et environnement ; concepts, méthodes, outils.

LES POLITIQUES FORESTIÈRES, Gérard Buttoud, Éditions PUF, coll. "Que sais-je" ? coll. PUF, 1998, 127 p., 42 F.

Les clavelines (ascidies, 1 à 2 cm) forment des bouquets particulièrement décoratifs sur des supports variés.


Photo : M. Loir

Cet ouvrage décrit les enjeux de la formation d'une politique publique de la forêt : débat social, particularités du secteur, rôle de l'état discuté, nécessaire contractualisation de l'équilibre à trouver. Il propose une présentation théorisée de l'évolution des politiques forestières, notamment en France, s'inscrivant ainsi dans le débat sur la recherche d'une gestion durable par le compromis entre économie et écologie.

LES INSECTES DE LA FORÊT, Roger Dajoz, Éditions Tec & Lavoisier, 1998, 608 p. 480 F.
Cet ouvrage constitue l'unique documentation de référence en français sur l'écologie des insectes forestiers. Il traite des insectes nuisibles mais aussi de l'écologie de l'ensemble de l'entomofaune forestière. Le lecteur y puisera les résultats des recherches récentes relatives notamment aux relations insectes/arbres, à la biodiversité et aux facteurs qui interviennent dans la modification et l'appauvrissement de la faune forestière. Tous les types d'insectes sont étudiés (ceux dans les cavités d'arbres, dans les végétaux épiphytes ou dans les champignons). Il est illustré et propose plus de 1000 références bibliographiques.

MONDE DU VIVANT, AGRICULTURE ET SOCIÉTÉ. LA PÉPITE ET LE GRAIN DE BLÉ, René Groussard, Pierre Marsal (INRA), Éditions l'Harmattan, 1998, 384 p. 190 F.
Trois siècles après Newton qui a ouvert les portes de la civilisation mécanicienne, les progrès de la biologie replacent l'homme au centre de la civilisation. L'humanité n'a pas encore intégré, dans ses comportements et dans ses institutions, les nouvelles perspectives qu'implique la prise en compte de *l'incommensurable valeur de la Vie*. Le modeste fragment du vivant (le grain de blé) a maintenant plus de prix que la somptueuse parcelle de la matière (la pépite d'or). Échapper aux conséquences négatives de l'évolution en cours implique l'acquisition de nouveaux réflexes, fondés sur le développement d'une culture rétablissant le primat de l'univers vivant sur l'univers inerte.

FONDS SOUS-MARINS DE LA BRETAGNE, Yves Turquier, Camille Lusardi, Maurice Loir, Éditions Ouest-France mai 1998, 128 p., 99 F.
De l'île d'Ouessant à la baie du Mont-Saint-Michel au nord, et à l'estuaire de la Loire au sud, les fonds marins présentent une riche diversité marquée par une opposition entre les côtes de la Manche, rocheuses et les côtes atlantiques, plus sableuses. Si l'observation de la nature terrestre en bord de mer est aisée pour le promeneur parcourant les sentiers côtiers, le miroir de la surface des eaux le frustre de la découverte de la "face cachée" du littoral. De l'autre côté du miroir, quelles que soient la nature des fonds, leur profondeur et leur exposition aux humeurs de la mer, des créatures aux formes inattendues, souvent richement colorées et aux mœurs surprenantes, peuplent les eaux littorales. L'iconographie très riche est réalisée exclusivement dans le milieu naturel.

LES PRODUCTIONS FLORALES, Henri Vidalie, 7ème édition, Éditions Tec & Doc Lavoisier, 1998, 288 p., 220 F.
Cette nouvelle édition a été entièrement revue, corrigée et augmentée. Il est cette fois question des différentes productions, leurs diverses formes, des cultures nouvelles et en expansion. L'iconographie a été réactualisée en fonction de l'intérêt technique ou scientifique.

LA CASSEROLE DES ENFANTS, Hervé This, Éditions Belin, dessins de Michel Backès, 1998, 128 p.
Laissés seuls pour la soirée, deux enfants doivent cuisiner leur dîner. Leur sens aigu de l'observation et de l'expérimentation leur fait découvrir la chimie et la physique... tout en s'amusant. La cuisson d'un soufflé, d'un poulet, la confection d'une crème Chantilly, la réalisation d'un gâteau et bien d'autres recettes sont des occasions d'explorer le monde fascinant des molécules. ■

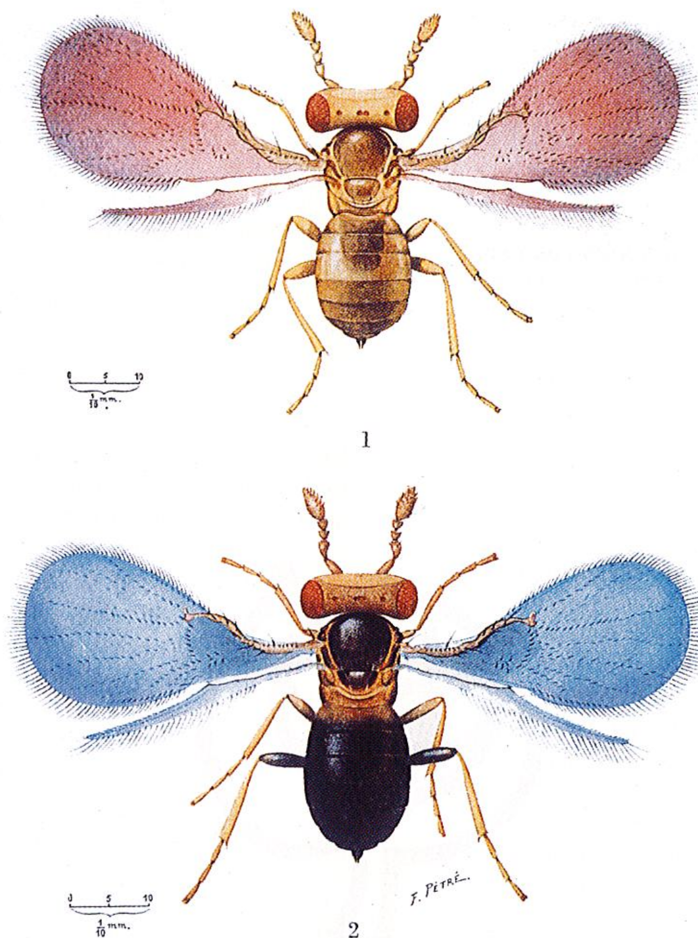
INRA Partenaire

L'Organisation Internationale de Lutte Biologique (OILB)

Une forte implication de l'INRA

Il y a environ une quarantaine d'années, l'Union Européenne n'existait pas. Malgré cela, les différents pays européens éprouvaient déjà l'impérieux besoin de coopérer pour développer des programmes de lutte contre des ravageurs des cultures à l'aide d'ennemis naturels (insectes parasites ou prédateurs, champignons ou nématodes entomopathogènes...). Ce besoin se faisait d'autant plus sentir qu'apparaissaient déjà des cas de résistance aux pesticides chimiques.

À l'initiative de ces pays, l'Organisation Internationale de Lutte Biologique (OILB) était créée en 1956 ; son but principal était - et est encore - de promouvoir la lutte biologique contre les ravageurs des cultures. Depuis, cette organisation s'est progressivement développée et possède aujourd'hui plus de 2500 membres répartis en six grandes régions géographiques : Afrique, Amérique Latine, Amérique du Nord, Europe de l'Ouest, Europe de l'Est et Asie du Sud-Est [1].



Dessin : Fernand Pétré

Reproduction d'aquarelle représentant *Trichogramma cacaeciae* femelle et *Trichogramma evanescens* femelle.

Sa principale caractéristique est qu'elle n'est ni une organisation gouvernementale, ni une structure institutionnelle. Elle est donc totalement indépendante de tout pouvoir politique ce qui lui confère donc une neutralité qui la rend d'autant plus crédible. C'est notamment sur la base de cette neutralité que cette organisation vient récemment d'être sollicitée, de manière non officielle, par Bruxelles pour que soit proposée une liste d'experts potentiels capables de porter un jugement sur les propositions de programmes de recherche touchant, directement ou non, à la protection des cultures par la lutte biologique ou la lutte intégrée.

Au cours des années, les activités de cette organisation se sont progressivement développées et diversifiées. Notamment, cette organisation s'est doté de sa propre revue internationale à comité de lecture "Entomophaga" (dont le rédacteur en chef était Jean-Michel Rabasse) publiée par la société d'édition française Lavoisier. Beaucoup de chercheurs de notre Institut ont eu l'occasion d'y publier leurs résultats originaux. Devant la concurrence importante qui existe sur le marché des revues scientifiques, l'OILB vient récemment de décider d'arrêter la publication d'Entomophaga et de la remplacer par une nouvelle revue internationale "BioControl" pour laquelle un contrat vient d'être signé avec la société d'édition hollandaise Kluwer. En plus de ce moyen "officiel" de diffusion d'information, l'OILB publie annuellement plus de 2000 pages, incluant notamment l'"IOBC Newsletter", édité à l'INRA d'Antibes tous les six mois et diffusé mondialement. Cette organisation possède par ailleurs de nombreux groupes de travail qui organisent annuellement plusieurs dizaines de colloques scientifiques dans le monde. Enfin, afin d'augmenter encore son efficacité, cette organisation vient de se doter d'un secrétariat permanent sur le site d'Agropolis, à Montpellier avec mise à disposition d'une secrétaire ; sous la direction du secrétaire général de l'organisation, l'OILB offre actuellement tous les outils modernes de communication (téléphone, fax, courrier électronique, périphériques d'impression, serveur Web, vidéoconférence...) ainsi que des locaux d'accueil pour des manifestations scientifiques sur les thèmes évoqués.

En plus de cette activité "régulière", l'OILB organise à l'occasion, au niveau international, des débats scientifiques sur des thèmes d'actualité afin de répondre à la demande provenant

[1] Depuis sa création, cette organisation tient son Assemblée Générale tous les quatre ans, la dernière ayant eu lieu à Montpellier en Septembre 1996. À cette occasion, un nouveau conseil est élu, pour une nouvelle période de quatre ans. Actuellement cette organisation a pour président Jeff Waage (Silwood Park, UK), pour secrétaire général Éric Wajnberg (INRA, Antibes), pour vice-présidents Yoshimi Hirose (Fukuoka, Japon) et Loyd Knutson (USDA, Montpellier) et pour trésorier Harald Berger (Vienne, Autriche). La prochaine Assemblée Générale se tiendra au Brésil, en l'an 2000, à l'occasion du prochain congrès international d'entomologie.

des autorités compétentes ou du grand public.

Une contribution au débat sur l'utilisation des OGM

C'est ce qui se passe notamment actuellement à propos de l'utilisation de plantes génétiquement modifiées dans le but de résister à l'attaque par des ravageurs de culture. Il s'agit d'un débat aujourd'hui fortement médiatisé qui est alimenté par les angoisses du public face à la manipulation du patrimoine génétique d'une espèce vivante appelée à être relâchée dans la nature. La lutte biologique, dans ce contexte, offre une alternative de contrôle des ravageurs moins coûteuse et plus respectueuse de l'environnement. Pour autant, cette technique de lutte est le plus souvent "oubliée" dans les débats organisés actuellement sur ce thème. L'OILB a donc décidé de structurer une réflexion sur ce point en incitant notamment des recherches afin d'estimer les risques réels associés à l'utilisation de plantes génétiquement modifiées. Signalons, par exemple, que des résultats intéressants ont déjà été obtenus à partir d'études réalisées sur le maïs transgénique. Ainsi, la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis,* peut être efficacement contrôlée au stade de l'œuf par des trichogrammes. Ceux-ci sont dans le commerce depuis plusieurs années (INRA mensuel n°62, mars 1992). Outre l'acquisition très probable, dans un futur proche, d'une résistance de l'insecte ciblé, annulant l'efficacité de défense de la plante cultivée, il semble que des insectes non nuisibles soient également vulnérables et que des insectes utiles puissent subir également des préjudices non négligeables ; ce qui n'était évidemment pas prévu. Il s'agit de résultats préliminaires qui méritent d'être confirmés. L'OILB, pour ce faire, met en place actuellement un groupe de travail international qui aura pour mission de structurer une réflexion sur ce point. Une conférence internationale sera organisée au cours de l'été 1999 à Montpellier. Le thème de cette conférence n'est pas encore décidé, mais il est très probable qu'il concernera ce problème d'actualité.

Une forte implication de l'INRA

L'INRA a toujours été fortement impliqué dans les activités de cette organisation. Notamment, le rédacteur en chef de la revue "Entomophaga" a toujours été un chercheur travaillant au centre d'Antibes. Dans la mesure où le développement de la lutte biologique reste l'une des activités importantes des recherches que nous menons, notamment au sein du nouveau département "Santé des Plantes et Environnement", il semble important que la gestion de cette organisation internationale continue à être assurée par notre Institut. Signalons notamment, que la section régionale s'occupant de l'ensemble des pays de l'Europe de l'Ouest vient d'élire son nouveau conseil, et qu'à cette occasion, le secrétaire général de cette section régionale a également été choisi au sein de l'INRA. Il s'agit de Claude Alabouvette (INRA Dijon).

Éric Wajnberg,
Santé des Plantes et Environnement,
Antibes.

▲ Pour toute information complémentaire concernant cette organisation internationale, notamment pour en devenir membre ou pour recevoir un exemplaire gratuit du bulletin de liaison "IOBC Newsletter", contacter Éric Wajnberg, secrétaire général de l'OILB, Antibes. Tél. 04 93 67 88 92. Fax. 04 93 67 88 97. Mél. wajnberg@antibes.inra.fr.

OGM : le "dispositif de Biovigilance"

Le ministère de l'Agriculture et de la Pêche a rendu effective la mise en place du "système de biovigilance" présenté par Louis Le Pensec, en fin d'année dernière. Les 2 et 3 mars 1998, un premier stage de formation des agents habilités pour contrôler la dissémination des plantes génétiquement modifiées a été organisé à l'Institut national agronomique de Paris. Le 10 mars dernier, le Comité provisoire de Biovigilance sur les variétés de maïs génétiquement modifiées a été installé par les directeurs des cabinets des ministres en charge de l'agriculture et de l'environnement. Il a reçu pour mission de rendre aux deux ministres des avis "sur les protocoles de suivi des risques théoriques proposés par l'INRA, la mise en œuvre de ces protocoles et les conclusions des expérimentations en cours, mais aussi sur la synthèse des observations réalisées sur les parcelles cultivées avec des variétés génétiquement modifiées". Un bilan de l'utilisation des variétés génétiquement modifiées lui sera notamment présenté chaque année. Si des effets indésirables y sont mis en évidence, il pourra demander à la Commission du Génie biomoléculaire une réévaluation du risque, pouvant conduire à un retrait par les Pouvoirs publics des autorisations de mise sur le marché des variétés transgéniques en cause. Les administrations compétentes, les scientifiques de renom, les représentants de la société civile (agriculteurs, consommateurs, associations de protection de la nature) et les professionnels, qui composent le Comité devront "débattre dans la transparence, tenir compte de tous les points de vue représentés et embrasser très largement les problèmes posés".

L'INRA est représenté au comité de Biovigilance par Guy Riba, directeur scientifique "Plante et produits du végétal" *.

* D'après "Notre alimentation" DGAL du ministère de l'Agriculture n°7, avril 1998.
Voir également sur ce sujet "Organismes génétiquement modifiés à l'INRA" INRA Éditions, 1998, 150 pages, p. 15 et 16.

OGM : représentation de l'INRA

à la "conférence de citoyens" sur l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés

La "conférence de citoyens" sur les OGM a été organisée par l'Office Parlementaire d'Évaluation des choix scientifiques et technologiques, présidé par Jean-Luc Le Déaut, député. Les 15 personnes choisies de façon aléatoire, devenues 14 par la suite, ont suivi deux week-ends de formation.

1• Les 25 et 26 avril 1998 les formateurs** INRA étaient :
• Michel Sebillotte (directeur scientifique DADP) sur l'évolution de la production agricole au cours de ces dernières années ;
• François Nicolas, détaché à l'université de Faro au Portugal, sur les techniques industrielles d'élaboration des aliments.

2• Les 16 et 17 mai les formateurs INRA** étaient :
• Guy Riba (directeur scientifique "Plante et Produits du Végétal") sur les enjeux agricoles ;
• Egizio Valceschini (SAD) sur les enjeux agro-alimentaires
Au cours de cette seconde session, les membres du panel des citoyens ont choisi la liste des personnes et des organismes qu'ils souhaitaient voir répondre à leurs questions lors de la conférence proprement dite les samedi 20 et dimanche 21 juin avant de rédiger leur avis (présenté à la presse le lundi 22 juin).

3• Les débats de la conférence elle-même des 20 et 21 juin 1998 ont eu les thèmes suivants avec des intervenants INRA, entre autres** :
• Premier débat : "Dans l'état actuel des recherches, quelles sont les conséquences de la consommation d'OGM pour la santé de l'homme ?" Georges Bories, Yves Chupeau
• Deuxième débat : "Comment peut-on se garantir contre les proliférations anarchiques des OGM sur l'environnement ?" Guy Riba
• Troisième débat : "Compte tenu des enjeux économiques que représente une information de qualité, qu'est-il prévu en ce qui concerne l'information des consommateurs à propose des OGM (étiquetage, traçabilité...) ?" Egizio Valceschini
• Quatrième débat : "Comment le législateur va-t-il prévenir les dommages hypothétiques à moyen et à long terme qui pourraient être causés par les OGM ?".
• Cinquième débat : "compte-tenu de la complexité des intérêts en jeu, comment vont se réguler les inévitables rapports de force entre les différents intervenants économiques et politiques ?"

Par ailleurs, un **comité de pilotage** a animé l'ensemble du déroulement de la conférence ; des chercheurs INRA en faisaient également partie :
• Francine Casse, INRA/université
• Gérard Pascal, directeur scientifique "Nutrition humaine et Sécurité Alimentaire"
• Antoine Messéan, chargé de mission DADP.

** Des personnes d'autres organismes ont participé bien évidemment à l'ensemble de ces étapes : Pasteur, CNRS, Monsanto, Limagrain, Nestlé, Danone, universités, ministère de l'Environnement, DGAL, Verts, consommateurs, FNSEA...

Pour rapprocher les laboratoires et les entreprises : "Aliment Recherche"

Soucieux d'encourager l'innovation dans le secteur agro-alimentaire, l'INRA, le CEMAGREF, le CNEVA, l'IFREMER et le CIRAD ont créé ensemble un nouveau service "Aliment Recherche" pour favoriser le rapprochement entre les laboratoires et les industriels.

Ce nouveau service repose sur une lettre d'information et un serveur vocal. Il est spécialement conçu pour les industriels de l'agro-alimentaire. Dans la lettre, ils trouveront une liste de titres de résultats et de projets de recherche sélectionnés pour leur intérêt industriel. Ces informations seront présentées sous forme de fiches d'une page, rédigées dans un langage clair, volontairement non-spécialisé. Les industriels pourront les commander et les recevoir très rapidement par le serveur vocal. En bas de chaque fiche, sont indiquées les coordonnées du chercheur ; ils pourront le contacter pour avoir de plus amples renseignements.

L'intérêt de ce nouveau service est multiple :
• un accès facile à une information, aujourd'hui dispersée : grâce à la coopération entre organismes de recherche, les industriels pourront suivre en temps réel l'évolution des recherches menées dans les laboratoires,
• un accès très rapide à l'information essentielle grâce au dispositif original mis en place (fiches d'information et serveur vocal) ; les industriels sélectionnent eux-mêmes les sujets qui les intéressent,
• un moyen facile et peu coûteux pour la recherche de nouveaux partenaires industriels.

"Aliment Recherche" bénéficie du soutien du ministère de l'Agriculture et de la Pêche et celui du ministère de l'Éducation Nationale, de la Recherche et de la Technologie.
La gestion en est assurée pour le compte de l'ensemble des partenaires par le CRIAA de la Direction de l'Information et de la Communication de l'INRA.

Les organismes partenaires ont signé le contrat de collaboration définissant les conditions de fonctionnement de ce nouveau service à Rennes le 29 avril 1998 à l'occasion des Rencontres des Assises de l'Innovation.

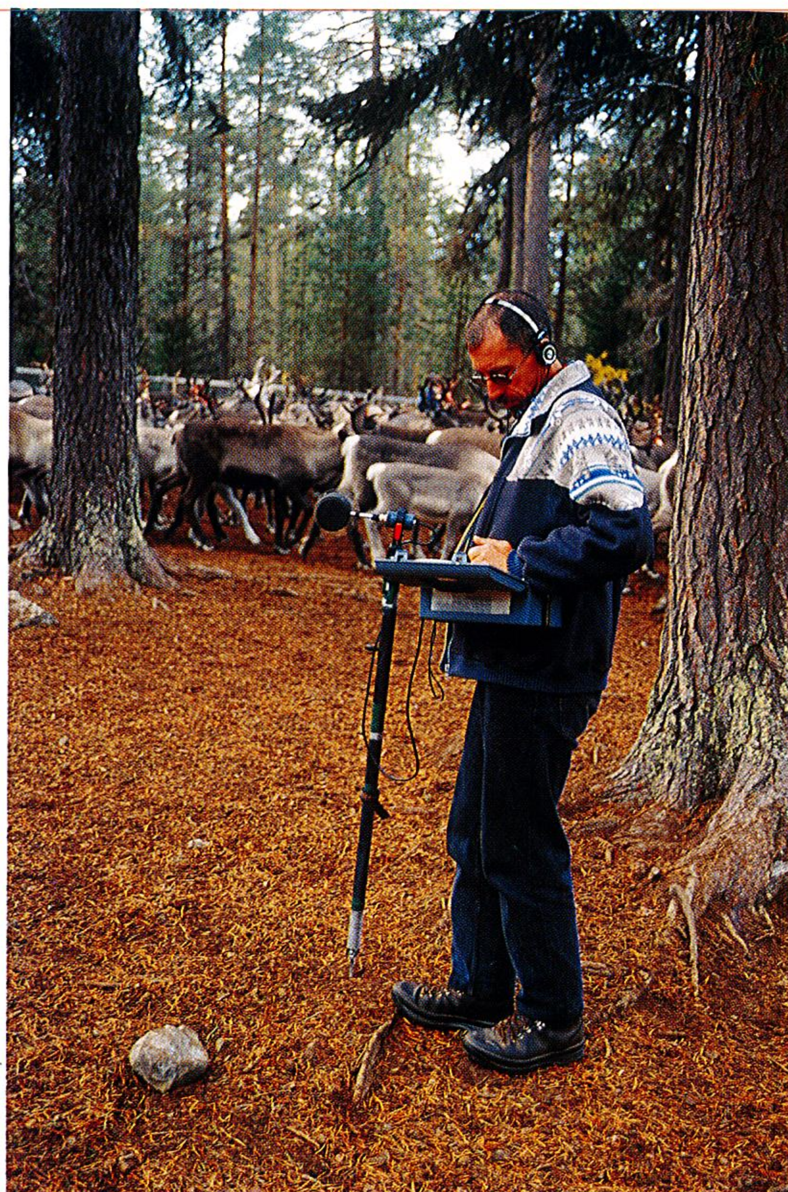
▲ Pour plus d'informations : Jean-François Quillien, CRIAA/INRA, 4 rue Stang Vihan, 29000 Quimper. Tél. 02 98 95 60 28. Fax. 02 98 95 60 42 ■

CEMAGREF : Centre National du Machinisme Agricole du Génie Rural, des Eaux et des Forêts
CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CNEVA : Centre National d'Études Vétérinaires et Alimentaires
CRIAA : Centre de Ressources en Informations Agro-alimentaires
IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.

Erratum du n°96

page 35
Dans le rubrique "Travailler à l'INRA", "Formation, thésards" : veuillez lire pour l'adresse internet : http://sdbib.mesr.fr/bibadr/Guide98thèse.htm

Informatique et AN 2000


Photo : David Reby

Si vous êtes utilisateur d'applications informatiques ou d'équipements utilisant des composants informatiques autres que ceux gérés par la Direction de l'Informatique, vous êtes concerné par la vérification rendue nécessaire par le passage à l'an 2000. Tous les systèmes ne sont pas en mesure de passer du 31 décembre 1999 au 1er janvier 2000. Des logiciels n'ont pas intégré les 2 chiffres de gauche du millénaire et ils reviendront à une date en 19XX. Cela risque de créer de grandes perturbations d'utilisation ainsi que des incidences financières pour certaines applications utilisant des dates.

Il convient donc dès aujourd'hui de procéder à un test des applications et des équipements informatiques que vous possédez (ou des équipements utilisant de l'informatique). Il vous faut simuler, moyennant des précautions décrites sur le WEB INRA, **rubrique Intranet**, AN 2000 qui vous en dit plus, un basculement du 31 décembre 1999 au 1er janvier 2000. Contrôler alors que le système affiche l'an 2000 (date fournie par le système d'exploitation avant tout lancement d'application) et que vos applications sont en mesure de prendre en compte le nouveau millénaire sans régression de fonctionnalité. Attention, cette non régression peut-être longue à tester. La possession ou la fourniture d'une version d'un produit "garantie AN 2000" par un fournisseur n'exclut pas la nécessité d'une vérification dans la majorité des cas. Celle-ci se réalise par un cycle complet d'utilisation intégrant cette date.

Les sous-ensembles suivants sont principalement concernés :
• les ordinateurs indépendants ou ceux intégrés à des équipements. Ils comportent des risques au niveau des programmes liés à l'horloge interne et aux autres modules de base de la machine (BIOS), ainsi que les systèmes d'exploitation associés (DOS, Windows, UNIX...) ;
• les outils de développement de logiciel (compilateurs...) ;
• les applications de toute nature (scientifique, gestion...).

Dans certains cas, afin de ne pas perturber les applications en cours d'opération, il sera souhaitable d'effectuer les tests sur des machines indépendantes dédiées à cet usage.
D'autre part, s'il s'agit de logiciel sous licence provenant d'un éditeur, s'assurer que la nouvelle date utilisée pour simuler le passage à l'an 2000 ne va pas clore la licence, interdisant tout usage lors du retour à la date actuelle.

La direction informatique met à la disposition des personnes concernées par ce problème un service d'informations complémentaires consultable à partir du WEB INRA.

Jean-Michel Beving,
Direction de l'Informatique *

* http://www.inra.fr/USER/DI/VT/y2k/index.html

Conseil d'administration

Mardi 16 juin 1998 avec à l'ordre du jour :
• approbation du procès-verbal de la séance du 8 décembre 1997
• compte financier 1997 ; décision modificative n°1 1998
• point d'information sur le projet de "Plate-forme génomique des plantes" (Génoplante)
• point d'information sur les relations INRA/CIRAD
• questions diverses : donation de l'AFM ; renouvellement de la délégation consentie par le Conseil d'Administration au Directeur Général...



Photo : Bruno Cargnelutti

Conférence des présidents de centre et délégués régionaux

Dans le cadre des Adayades de Gien du 19 au 20 mai une conférence des présidents de centre et des délégués régionaux a été organisée le 19 mai dernier. Conférence plénière sur les thèmes : réforme de l'INRA ; réforme du management ; unités "Présidence de centre" ; gestion des ressources humaines ; animation scientifique des centres ; contrats de plant État-Région ; mise en place de l'opération "suivi des accidents du travail" dans les centres ; bilan et perspectives des programmes "Développement régional" de la DADP ; point sur la démarche qualité en recherche.
Le 20 mai a eu lieu la synthèse de la journée du 19 suivie d'une intervention de Guy Paillotin et de Paul Vialle.

Déconcentration des ordres de mission à l'étranger

Dans un souci de déconcentration et de simplification de la procédure administrative, les ordres correspondant aux missions dites "temporaires" dont la durée ne dépasse pas deux mois sont désormais signés par le président de centre ou, en cas d'absence ou d'empêchement, par délégation par le secrétaire général.
Pour les missions "longue durée", la demande continue d'être instruite par la Direction des Relations Internationales qui établit l'ordre de mission et assure le suivi.
Des ordres de mission dit permanents peuvent, dans certaines conditions, être établis par le président de centre au profit de certains agents conduits à se déplacer fréquemment dans un pays de l'Union Européenne ou limitrophe de centre.
Pour permettre à la direction des Relations internationales d'assurer le suivi de nos coopérations, le compte rendu de mission reste indispensable. Dans le même sens, un état financier correspondant aux missions réalisées et remboursées par la direction des Relations internationales devra être adressé trimestriellement par chaque unité. *(D'après la note de service DRI n°98-42 du 15 juin 1998).*

En route pour l'Euro !

Le 2 mai 1998, le Conseil européen réunissant les Chefs d'États ou de gouvernements a arrêté la liste des pays qui entreront dans la zone Euro le 1er janvier 1999. La France fait partie des 11 pays qui adopteront la monnaie unique à cette date.
La préparation du passage à l'Euro a fait l'objet de nombreux travaux auxquels ont participé les acteurs de l'économie française. Conduits sous l'égide du "Comité National de l'Euro" présidé par le ministre de l'Économie des Finances et de l'Industrie, ces travaux ont abouti à des décisions et à des recommandations qui constituent le "Plan National de passage à l'Euro", une brochure de 70 pages éditée en mars 1998 par la Direction de la Communication du Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie dont voici les grandes lignes [1].

Plan national de passage à l'Euro

- **Passage à l'euro : le plan d'action de la France**

Le plan national de passage à l'euro de la France, lancé par Dominique Strauss-Khan, ministre de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, le 24 novembre dernier, constitue le cadre de référence du basculement français à la monnaie unique. Son calendrier précise que le passage à la monnaie européenne se fera progressivement au cours d'une période de transition (1er janvier 1999 - 1er janvier 2002) de manière à faciliter les adaptations avec la plus grande sécurité juridique. Ce plan national est le résultat d'une concertation étroite entre les acteurs concernés dans le cadre du "Comité national de l'euro". Il apporte les principales réponses aux questions les plus courantes que suscite le passage à l'euro.
Le gouvernement déposera devant le Parlement au printemps 1998 les projets de lois nécessaires.
Une campagne française d'information en direction du grand public est lancée par le gouvernement français. Elle bénéficie du soutien financier de la Commission européenne.

- **Dès le 1er janvier 1999 : sphère financière**

Au 1er janvier 1999, l'euro deviendra la monnaie de référence. Le franc continuera d'exister, mais il sera une expression particulière de l'euro. Il sera défini par rapport à l'euro, en fonction d'un taux de conversion irrévocable.
Les marchés financiers fonctionneront en euro dès le 1er janvier 1999.
Le 1er janvier 2002, l'ensemble des opérations bancaires de détail passeront à l'euro. Les billets et les pièces en euros seront mis en circulation.

- **Dès le 1er janvier 1999 : administrations publiques**

Au 1er janvier 1999, la dette publique, libellée en francs, sera convertie en euros.

[1] Une collection "Fiches Europe". Centre d'information sur l'Europe. http://www.info-europe.fr

Centre

Les centres de Versailles et de Grignon-Massy-Paris ont fusionné en octobre 97. Sur proposition du Président du centre et après consultation du personnel, le centre prend l'intitulé suivant **"centre de recherche de Versailles-Grignon"**. (NS DRH n°98-46 du 29 juin 98).

À partir de cette même date, les services de l'État pourront accepter des paiements (impôts, taxes, cotisations sociales, ...) en euros ainsi que procéder à des règlements (retraites par exemple) en monnaie européenne. Les entreprises qui le souhaitent pourront payer leurs impôts et leurs taxes en euros, à compter du 1er jour de la transition.

• Entreprises : liberté totale pour le passage à l'euro

La règle du "ni interdiction-ni obligation" permet à chaque entreprise d'utiliser l'euro quand elle se sentira prête au début, en cours, ou à la fin de la période de transition (1999-2002).

Dès le 1er janvier 1999, les entreprises pourront tenir leur comptabilité, payer leurs impôts, ou rédiger en euros leurs déclarations fiscales ; elles pourront également convertir en monnaie européenne leurs dettes représentées par des titres (obligations par exemple).

• Le rendez-vous de 2002 : les particuliers

À partir de 1999, les particuliers auront la possibilité d'effectuer leurs transactions en euros. Ce sont les établissements bancaires qui réaliseront les conversions bancaires francs-euros et euros-francs :

Par exemple, le salarié d'une entreprise recevant son salaire en euro pourra percevoir, sur son compte, son salaire en franc (et vice-versa) ; un épargnant qui aura investi son épargne sur les marchés financiers pourra recevoir certains revenus d'épargne en euro, ou demander que ces revenus soient convertis en franc sur son compte financier.

Des carnets de chèques spéciaux "euro" seront disponibles. Les cartes bancaires, quant à elles, ne changeront pas ; seuls les terminaux bancaires seront modifiés pour pouvoir traiter à la fois les francs et les euros.

À partir du 1er janvier 2002, les Français recevront des billets et des pièces en euros. Le franc continuera de circuler en parallèle pendant 6 mois.

Pierre Darde,
Correspondant Euro de l'INRA.

De l'Écu à l'Euro



Conformément aux dispositions du traité sur l'union européenne signé à Maastricht le 7 février 1992, l'appellation de la future monnaie unique européenne aurait pu être l'ÉCU, dans le droit fil de l'unité de compte européenne mise en place en 1979, sous forme d'un "panier de monnaies" dont le nom résonne agréablement aux oreilles des français...

Tel n'était pas le souhait des autorités allemandes, notamment, pour lesquels l'ÉCU n'avait pas une image de monnaie forte, ayant perdu 40 % de sa valeur par rapport au mark depuis les crises monétaires de 1992-1993.

Or, la question monétaire est à ce point ancrée dans l'esprit allemand que la constitution de la République fédérale dispose expressément (art. 88) que l'objectif prioritaire de la Banque fédérale est de *"garantir la stabilité des prix"*.

Autre élément jouant contre l'écu : son rapprochement phonétique, en allemand, avec le terme "vache" (die kuh) !

Solennellement refusé par le Président de la République Fédérale d'Allemagne en février 1995 à Berlin, le terme ÉCU a cédé la place à l'EURO à la suite du conseil européen qui s'est tenu à Madrid les 15 et 16 décembre 1995.

La paternité du mot reviendrait au ministre des finances allemand, Théo Waigel, qui pensait que ces quatre lettres auraient pu servir de préfixe à EURO-MARK, EURO-FRANC, EURO-LIRE... pour préserver l'intitulé des ex-monnaies nationales. On sait, depuis lors, que l'EURO sera... l'EURO, tout simplement.

Quant au symbole de l'EURO, dessiné par les services de la Commission, son choix final a été précédé d'une évaluation qualitative par le grand public, conduite par un organisme spécialisé.

Le € est inspiré par l'epsilon grec qui renvoie au berceau de la civilisation européenne et à la première lettre du mot Europe, traversé par deux traits parallèles qui indiquent la stabilité de l'EURO. La définition précoce d'un signe distinctif de l'EURO reflète aussi la vocation de l'EURO de devenir l'une des principales monnaies au monde.

Jean-Pierre Ollivaux,
Rennes.

Appel à candidatures

DIRECTION DE L'UNITÉ DE BIOLOGIE MOLÉCULAIRE DES RELATIONS PLANTES-MICROORGANISMES

Ce laboratoire (UMR 215 CNRS-INRA) lance un appel à candidatures pour la fonction de **Directeur d'Unité**. Implanté sur le campus de l'INRA à proximité du pôle universitaire de Toulouse-Rangueil, il regroupe actuellement une centaine de personnes. Il a pour thématiques fondatrices les interactions symbiotiques entre *Rhizobium* et légumineuses et les interactions entre bactéries phytopathogènes et plantes. Ces thématiques s'inscrivent dans la perspective d'une agriculture plus respectueuse de l'environnement. Elles ont conduit le laboratoire à aborder, chez les procaryotes et les végétaux, des problématiques fondamentales de la biologie : 1•signalisation et relations structure-fonction 2•génomique fonctionnelle 3•biologie intégrative et biologie du développement 4•biodiversité.

Le laboratoire fait partie de l'Institut Fédératif de Recherche FR 40 "Signalisation Cellulaire et Biotechnologie Vé-

Interactions symbiotiques entre *Rhizobium* et légumineuses.
Travaux de l'unité de biologie moléculaire des relations plantes-microorganismes.

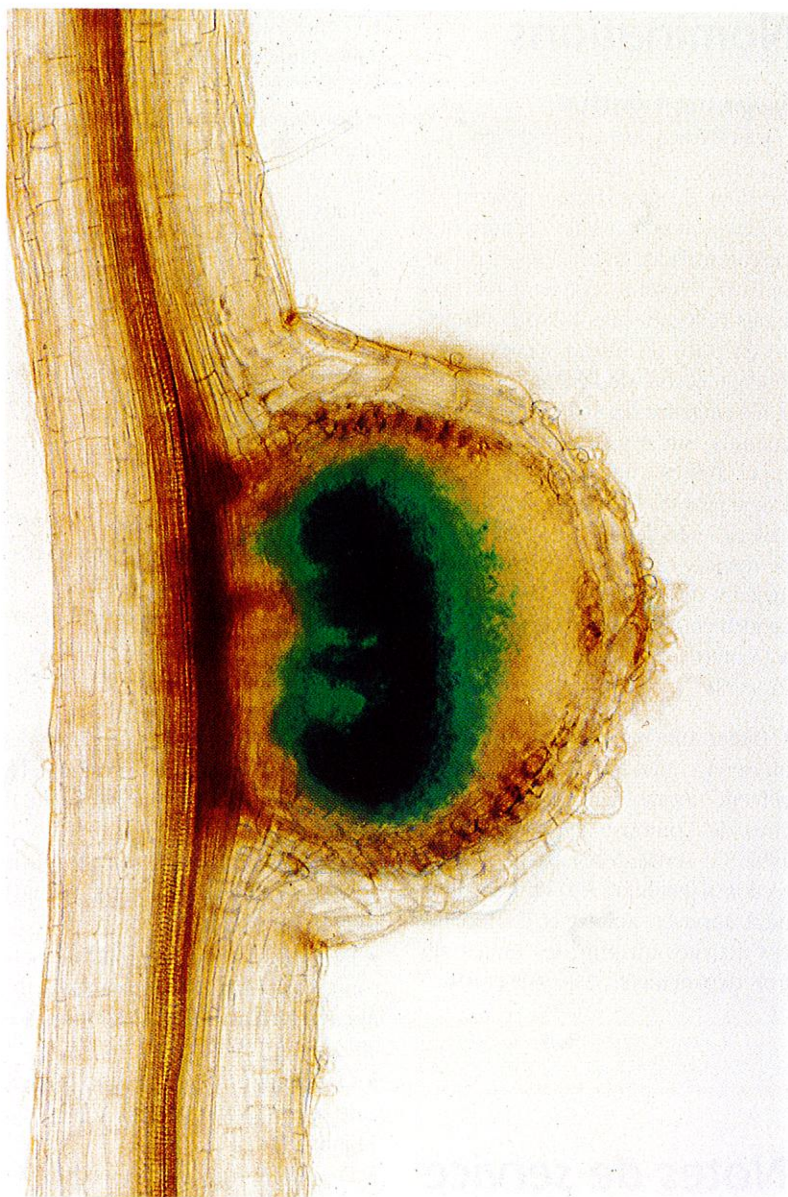


Photo : G. Truchet

gétale" rassemblant des unités de l'INRA, du CNRS, de l'Université et de l'ENSAT au sein du Pôle de Biotechnologie Végétale d'Auzeville. Il s'est de plus associé avec deux autres unités du centre INRA pour la création d'une structure bio-informatique.
Outre la responsabilité administrative du laboratoire, le futur directeur aura en charge son animation scientifique. Il aura notamment pour mission d'élargir le champ des thématiques du laboratoire, soit en créant lui-même son propre groupe, soit en organisant l'implantation d'une nouvelle équipe. Il devra posséder une solide expérience de recherche dans le domaine des sciences de la vie et avoir déjà dirigé une équipe ou un laboratoire.
Prise de fonction : 1er Janvier 2000.
Les candidatures sont à adresser avant le **30 septembre 1998** sous forme d'une lettre d'intention accompagnée d'un C.V. à Pierre Boistard, Directeur du LBMRPM, CNRS-INRA, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan Cedex. Tél. 05 61 28 50 46. Fax . 05 61 28 50 61. Mél. boistard@toulouse.inra.fr.
Site Internet du laboratoire : http://www.toulouse.inra.fr/lbmrpm/lbmrpm.html.

Prix

DISTINCTION POUR UN JEUNE CHERCHEUR FORMÉ À L'INRA

La Société Française de Microbiologie vient de décerner, à l'occasion de son congrès national (Lille, 27-29 Avril 1998), le Prix de Thèse "Microbiologie Industrielle" à **Fabien Barbirato** pour la thèse qu'il a effectuée à l'INRA sous la direction scientifique d'**André Bories**, INRA.

Cette distinction nationale, attribuée par un jury constitué des plus grands microbiologistes français, récompense la haute qualité des travaux de recherche effectués par ce jeune et brillant chercheur au cours de la thèse de Doctorat, spécialité Microbiologie-Biotechnologie, INSA Toulouse, préparée pendant trois ans (1993-1996) à l'INRA dans l'équipe **Biotransformations des dérivés agro-industriels**, implantée maintenant à l'**INRA Pech Rouge** et associée au **laboratoire de Microbiologie Industrielle et Génétique des Micro-organismes à Montpellier.** Outre cette reconnaissance scientifique, le prix de thèse attribué à F. Barbirato est de 10 000F.

Le sujet traité : "Régulation de la distribution des flux carbonés dans le métabolisme anaérobie du glycérol chez *Enterobacter agglomerans*" s'inscrit dans le thème des recherches sur les processus microbiens que cette équipe développe à propos des nouvelles voies biotechnologiques de transformation et de valorisation des dérivés agro-industriels. Ainsi, à partir de glycérol, un constituant principal des co-produits d'agro-industries : production de diester ("diesel vert") mais aussi de distilleries (éthanol), le laboratoire d'André Bories étudie différents micro-organismes et les voies fermentaires qui conduisent à des composés d'intérêts industriels. Dans cette thèse, ce sont les aspects physiologiques de la production d'un nouveau produit qui ont été étudiés : le 1,3-propanediol, dont les applications industrielles revêtent un grand intérêt, notamment pour la synthè-

* Les travaux de F. Barbirato se sont traduits par plus d'une dizaine de publications dans des revues internationales de premier plan, notamment américaines, et la participation à des congrès internationaux. Depuis sa thèse, il effectue un séjour post-doctoral à l'université de Wageningen (Hollande), grâce à une bourse d'étude européenne. Il va être recruté par une grande société étrangère de biotechnologie pour développer les programmes de recherche en microbiologie et biotechnologie.

se de matières plastiques comme de nouvelles fibres polyesters pour l'industrie textile par exemple. Ce sujet intéresse d'ailleurs fortement les grands groupes américains. Les autres sujets de recherche concernent la production d'acide propionique, conservateur alimentaire non toxique, ou encore de dihydroxyacétone (DHA), connue en cosmétique pour son usage dans les produits auto-bronzants, ainsi que d'autres métabolites à haute valeur. Plusieurs nouveaux micro-organismes ont été découverts et des nouveaux procédés de production mis au point au laboratoire (brevet INRA, licence d'exploitation, ...).
Le sujet traité dans le cadre de la thèse de F. Barbirato a été mené en collaboration d'une part avec ONIDOL, structure interprofessionnelle de la filière oléagineuse grâce à une bourse CIFRE et d'autre part avec l'ADEME, organisme national chargé des programmes et actions dans le domaine de l'Énergie et de L'Environnement qui a soutenu financièrement le programme.

Le choix de la SFM souligne la qualité scientifique des travaux de Fabien Barbirato*.

Il éclaire tout le rouage du travail constant, sérieux, incluant la formation par la recherche, qui s'effectue dans les laboratoires de recherche publique, pas forcément les plus médiatiques, et qui accomplissent leurs missions parfois avec un minimum de moyens. C'est aussi grâce à la collaboration avec plusieurs laboratoires, comme ceux de l'INSA Toulouse (Professeur G. Goma, P. Soucaille), de l'INRA Montpellier (C. Camaraza, J.M. Salmon) ou de l'Université d'Orléans (Pr. J.P. Grivet) que cette thèse a pu se dérouler dans les meilleures conditions et obtenir finalement une telle récompense.

André Bories,
Biotransformation
des dérivés agro-industriels,
Pech-Rouge.

Nominations

INRA/INSTITUT PASTEUR

• **Jean-Marie Aynaud** a été désigné par le comité scientifique et le comité directeur du programme national de recherche fondamentale en microbiologie et maladies infectieuses et parasitaires de l'Institut Pasteur (avec trois autres collègues hors INRA) pour mettre en place un réseau sur les "bases fondamentales" de l'émergence et de la réémergence des infections. Ce programme, sur 4 ans, comprend : un appel d'offres ; une réflexion sur l'enseignement de la microbiologie et des maladies infectieuses ; la mise en place de réseaux centrés sur des problèmes majeurs de santé, afin de permettre rapidement des actions incitatives.
▲ Contact : J.M. Aynaud. Tél. 01 42 75 94 30.

• **Didier Aubert** est nommé directeur du Service "Études, Expertises et Ingénierie" localisé au centre de recherches de Toulouse depuis le 15.12. 1997. Ce service est rattaché à la direction scientifique SED et il est destiné à appuyer, animer et coordonner ces activités au sein des unités des trois départements, ESR, SAD et BIA.

Notes de service

• Recrutement et déroulement de la carrière des personnes handicapées à l'INRA. NS DRH n°98-26 du 10 avril 1998.
• Gestion des ressources humaines : travail à temps partiel ; congés de maternité et d'adoption ; congé parental ; congés de maladie, longue maladie et longue durée ; arrêts pour accidents de service et maladies professionnelles. NS DAJ n°98-27 du 15 avril 1998.
• Organisation de la gestion budgétaire et comptable. NS DAJ n°98-28 du 15 avril 1998.
• Avancement à la classe exceptionnelle des directeurs de recherche. NS DRH n°98-29 du 15 avril 1998.
• Composition de conseils scientifiques et de gestion de départements. NS DAJ n°98-30 du 24 avril 1998
• Bourses de thèse INRA. Recrutement 1998. NS DRH n°98-31 du 30 avril 1995
• Taux des prestations d'action sociale. NS DRH n°98-32 du 6 mai 1998
• Avancement au grade de chargé de recherche de première classe. NS DRH n°98-33 du 7 mai 1998
• Direction scientifique "Animal et Produits Animaux". NS DG n°98-34 du 13 mai 1998.
• Mobilité en continu des ITA - mai 1998. NS DRH n°98-35
• Composition de conseils scientifiques et de gestion de départements. NS DAJ n°98-36 du 15 mai 1998.
• Analyse et suivi des accidents et incidents dans une démarche de prévention. NS DG n°98-37 du 28 mai 1998.
• Épreuves de sélection aux emplois d'attachés scientifiques contractuels. Année 1998. NS DRH n°98-38 du 8 juin 1998.
• Prestations d'action sociale pour 1998. Réglementation et taux. NS DRH n°98-39 du 9 juin 1998.
• Élections des représentants du personnel aux CAPL des personnels techniques et administratifs. NS DRH n°98-40 du 9 juin 1998.
• Organisation de la gestion budgétaire et comptable. NS DAJ n°98-41 du 11 juin 1998.
• Déconcentration des ordres de mission à l'étranger. NS DRH n°98-42 du 15 juin 1998.
• Résultats des concours de directeurs de recherche de 2ème classe (1998). NS DRH n°98-43 du 18 juin 1998.
• Élections des représentants du personnel aux CAPN des ITA et aux CAP de chercheurs. NS DRH n°98-44 du 23 juin 1998.
• Aide et prêt à l'installation destinés aux personnels civils de l'État (AIP et PP) affectés à Paris, en Seine-et-Marne, dans les Yvelines, l'Essonne, les Hauts-de-Seine, la Seine-Saint-Denis, le Val-de-Marne et le Val d'Oise. Revalorisation du plafond indiciaire d'attribution. NS DRH n°98-45 du 24 juin 1998. ■

Courrier

À propos de "qui travaille sur quoi" à l'INRA

À la demande de Jean-Marie Cornuet, chercheur à l'Unité de Recherches de Lutte biologique (URLB) de l'INRA de Montpellier et représentant l'INRA dans le Programme national "Biodiversité" et d'Yves Gillon (ORSTOM), directeur de l'URLB, responsable de l'axe "Biodiversité et développement durable" du Programme national "Biodiversité", j'ai tenté de répondre à la question "Qui travaille sur la biodiversité à l'INRA ?".

La surprise que j'ai eue au vu du résultat de mes recherches m'a incitée à l'exposer dans "INRA mensuel", car, au-delà de ce cas concret, l'enjeu me semble important.
Dans un premier temps, j'ai interrogé le fichier des publications des chercheurs (PUBINRA) avec les mots-clés "biodiversité" ou "diversité biologique". J'ai obtenu 84 réponses (= 84 références bibliographiques), que j'ai ensuite classées de différentes façons en tenant compte des nouvelles structures (par direction scientifique, par département, par grand axe du PNB, par ordre alphabétique d'individus...). J'ai ensuite interrogé la base des activités et compétences de l'INRA, INRA-CompAct avec les mêmes mots-clés et là j'ai obtenu 21 réponses (= 21 équipes de recherche). On aurait pu s'attendre à ce que les équipes identifiées par cette dernière interrogation soient les mêmes que celles qui avaient publié les 84 articles trouvés dans PUBINRA. Or, pour 15 d'entre elles, ce n'est pas le cas. J'ai enfin regardé l'index thématique de l'annuaire INRA 1996 et je n'y ai trouvé qu'une seule référence au mot "biodiversité".

En ce qui concerne le nombre de références, la différence entre PUBINRA et INRA-CompAct s'explique aisément : 1 équipe référencée dans INRA-CompAct peut avoir écrit plusieurs articles indexés avec ces termes. Par contre, il est étonnant de ne pas trouver une concordance entre les équipes identifiées lors des 2 interrogations. Au-delà de l'utilisation sûrement parfois peu rigoureuse du mot-clé "biodiversité" pour les publications, n'y aurait-il pas un manque de cohérence entre les systèmes d'indexation utilisés d'une part pour PUBINRA, d'autre part pour INRA-CompAct ?

Quel est actuellement l'outil le plus fiable pour répondre à une question du type "Qui travaille sur quoi à l'INRA ?".

Faudra-t-il toujours utiliser ces 2 bases de données en les considérant comme complémentaires ou n'est-ce pas la mission de INRA-CompAct d'être l'outil principal de réponse à ces questions que l'on se pose et que l'on nous pose très fréquemment sur les sujets les plus divers ?

Christine Silvy et Yves Gillon,
Unité de Recherches
en Lutte biologique, Montpellier.

En réponse

Le système d'information INRA-CompAct/PUBINRA permet des recherches à différents niveaux, qui sont complémentaires :

- dans INRA-CompAct, les informations correspondent à l'année de mise à jour : présentation générale des Unités assortie des listes de leurs publications, et description des Activités de recherche en lien avec les ressources humaines ;
- dans PUBINRA, 60 000 références bibliographiques recensent les publications des chercheurs de l'INRA.

En ce qui concerne l'indexation

- Pour les Unités : description selon une liste d'environ 800 termes "contrôlés" utilisée dans la recherche sur les structures tant dans INRA-CompAct que dans l'Annuaire thématique. Les listes de publications ne sont pas indexées.

- Pour les Activités de recherche : description libre, sous la responsabilité des directeurs ou animateurs d'activité (environ 6000 termes)

- Pour PUBINRA : indexation fine de la publication, effectuée par les documentalistes (environ 30 000 termes)

- On peut aussi interroger les descriptifs textuels des structures et des activités de recherche, ainsi que les mots des titres des publications de PUBINRA.

L'obtention de résultats pertinents peut demander l'élaboration de stratégies de recherche complexes associant entre eux des termes plus généraux, des termes plus fins, des synonymes...

Annie Chartier,
Service de Documentation, Versailles
(chartier@versailles.inra.fr)
Anne Le Helley,
Service de Documentation, Versailles
(lehelley@versailles.inra.fr)
Françoise Dugarin,
(dugarin@paris.inra.fr) DIC, Paris ■

Nature

Les vocalisations des Cervidés d'Europe



Chevreuil.

Photo : Christian Slagmulder

La famille des Cervidés

Les Cervidés sont des mammifères placentaires classés dans l'ordre des Artiodactyles, car ils possèdent un nombre pair de doigts qui se terminent par des onglons. Ce sont des ruminants. Ils ont la particularité de porter des bois (à l'exception d'une seule espèce, l'Hydropote). Alors que les cornes des Bovidés sont des structures permanentes, composées de kératine et emmanchées sur un pivot osseux, les bois des Cervidés sont des excroissances osseuses qui tombent et se reforment chaque année. Ce sont généralement les mâles qui portent ces bois, sauf chez le Renne, où la femelle est également "coiffée".

Un peu de paléontologie...

Les premiers Cervidés sont apparus en Asie il y a environ 27 millions d'années, au cours de l'Oligocène. Ils ne portaient pas de bois mais possédaient une paire de longues canines à la mâchoire supérieure, caractéristiques des Cervidés primitifs. Il faut attendre le Miocène, il y a environ 14 millions d'années pour trouver en Eurasie les fossiles des premiers représentants des "cerfs-vrais" (*Dicrocerus* et *Procervulus*) à bois caduques. À partir de ces formes primitives, les Cervidés se sont répandus jusqu'en Amérique du Sud. Cette expansion a donné naissance à un grand nombre d'espèces dont la morphologie, le mode de vie et les comportements reflètent la diversité des habitats auxquels elles se sont adaptées.

... et de systématique

On reconnaît aujourd'hui une quarantaine d'espèces de Cervidés que l'on classe dans quatre sous-familles : les Muntiacinés, les Cervinés, les Odocoileinés et les Hydropotinés.

• Les **Muntiacinés** comportent huit espèces asiatiques : l'Élaphode (*Elaphodus cephalophus*) et six espèces du genre *Muntiacus* (*Muntiacus muntjak, M. atherodes, M. crinifrons, M. feae, M. gongshanensis,* et *M. reevesi*) ; en 1994, une espèce a été découverte dans les montagnes qui séparent le Laos et le Vietnam : le Muntjac géant (*Megamuntiacus vuquagensis*).

• Les **Cervinés ou "cerfs vrais"** comportent 14 espèces eurasiatiques : le Cerf sika (*Cervus nippon*), le Cerf d'Eld (*Cervus eldi*), le Cerf de Thorold (*Cervus albirostris*), trois espèces de Sambars (*Cervus unicolor, C. timorensis, C. mariannus*), le Barasingha (*Cervus duvauceli*), deux espèces de Daims (*Dama dama* et *D. mesopotamica*), le Cerf du père David (*Elaphurus davidianus*), le Chital (*Axis axis*) et enfin les Cerfs cochons (*Axis porcinus, A. kuhlii* et *A. calamianensis*) et une 15ème espèce, le Cerf élaphe (*Cervus elaphus*), présent non seulement en Eurasie, mais aussi en Afrique du Nord et en Amérique du Nord.

• Les **Odocoileinés** comptent le Chevreuil européen (*Capreolus capreolus*) et le Chevreuil sibérien (*Capreolus pygargus*) qui sont eurasiatiques, l'Élan (*Alces alces*) et le Renne (*Rangifer tarandus*) qui sont circumpolaires. Le Cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) et le Cerf-mulet (*Odocoileus hemionus*), sont essentiellement nord-américains, et enfin une dizaine d'espèces exclusivement sud-améri-

caines sont réparties en 5 genres (*Ozotoceros, Pudu, Mazama, Blastocerus* et *Hippocamelus*).

• Les **Hydropotinés** ne sont représentés que par une seule espèce, l'Hydropote *(Hydropotes inermis)*, présent en Chine et en Corée.

Les Cervidés européens

En Europe, les Cervidés naturellement présents sont : le Cerf élaphe, le Chevreuil, le Daim, le Renne et l'Élan. En outre, le Cerf sika, le Muntjac et l'Hydropote ont été localement introduits et forment aujourd'hui des populations sauvages.

Les vocalisations*

On en distingue quatre catégories, selon le contexte dans lequel elles sont émises :

• les vocalisations de la période de reproduction (ex. : le brame du Cerf)

• les vocalisations d'alarme (ex. : l'aboiement chez le Chevreuil)

• les vocalisations propres à la relation mère/jeune

• les vocalisations d'interactions sociales qui traduisent un état d'excitation, de soumission ou de menace.

Le Chevreuil Capreolus capreolus

C'est le plus petit des Cervidés européens. Sa toison d'hiver, grise et uniforme, fait place au printemps à un court pelage roux vif. Ses membres sont grêles, l'arc vertébral est légèrement courbé vers l'arrière et le postérieur surélevé. Les mâles adultes, appelés "brocards", portent des bois courts qui comptent généralement trois pointes.

C'est le plus répandu et le plus commun des Cervidés, son aire de répartition couvre toute l'Eurasie entre le 50ème et le 60ème parallèle. Le Chevreuil de Sibérie (*Capreolus pygargus*) est aujourd'hui considéré comme une espèce distincte.

Originaire des écosystèmes forestiers, le Chevreuil a peu à peu colonisé tous les types d'habitats, des zones marécageuses à la montagne, jusqu'aux grandes plaines céréalières où il ne fréquente qu'épisodiquement les bosquets et les haies. Regroupés en unités familiales (voire en groupes plus importants dans les plaines) en automne et en hiver, les chevreuils sont plus solitaires durant les autres saisons. Ne persistent alors que quelques associations de type mâle/femelle ou mère/jeune.

À partir du mois de mars, les mâles adultes sont territoriaux** et marquent activement leur domaine : ils grattent le sol avec leurs antérieurs (grattis) et lacèrent les troncs de certains arbres avec leurs bois (frottis). Le rut a lieu de mi-juillet à mi-août, sans vocalisations tonitruantes ni défense de harem. Les mâles quittent parfois leur territoire à la recherche de femelles.

La parade débute par une approche de la femelle (ou "chevrette") ; s'ensuit un manège sinueux, durant lequel le brocard la piste, le cou tendu, émettant de courts halètements gutturaux. Cette poursuite prend fin dans une ronde au terme de laquelle se produit l'accouplement. La gestation comporte deux étapes : après la fécondation, l'œuf ne s'implante pas immédiatement dans l'utérus et son développement s'interrompt. Il ne redémarre qu'après implantation de l'œuf au mois de décembre pour une mise bas qui intervient au mois de mai ou de juin. La gestation effective ne dure que cinq à six mois. Ce phénomène qui est appelé "ovo-implantation différée" synchronise les naissances avec le printemps, malgré la précocité du rut. Les jumeaux, voire les triplés, ne sont pas rares. Les faons nouveau-nés restent cachés dans la végétation durant plusieurs jours. La femelle n'est jamais très loin, prête à assurer la défense ou l'alimentation de sa progéniture.

Mâles et femelles produisent tout au long de l'année des séries de cris brefs et forts lorsqu'ils sont dérangés. Ces vocalisations surprenantes sont très semblables aux jappements et aux aboiements des chiens, avec lesquels elles sont fréquemment confondues.

Le Chevreuil émet des séries de **jappements** lorsque, alerté, il se déplace en bondissant. En général, il s'éloigne de la source de dérangement. Certains brocards agressifs peuvent toutefois s'en rapprocher, en période de territorialité** ou pendant le rut.

Chevreuil femelle.

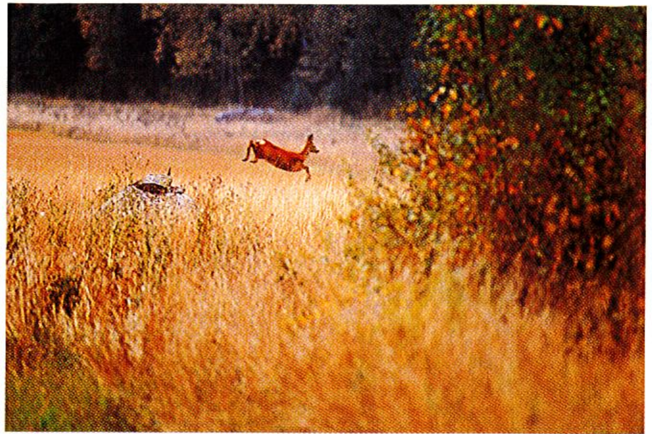


Photo : © Mark Hewison

Ensuite, depuis une position fixe, il émet des séries de plusieurs dizaines d'**aboiements** au rythme de 14 aboiements/mn environ. Il adopte généralement une posture guindée, balance la tête de gauche à droite et du haut vers le bas.

Les mâles aboient plus fréquemment que les femelles, surtout au printemps. Généralement, les aboiements de la chevrette sont plus aigus et plus courts que ceux du brocard, et peuvent être clairs. Les jeunes chevreuils aboient rarement (à partir de 3 mois) et leurs vocalisations sont plus aiguës.

Les faons émettent des séries de **couinements** lorsqu'ils sont couchés et appellent leur mère (ou lui répondent), ou lorsqu'ils perdent le contact visuel avec celle-ci lors d'un déplacement. La femelle émet aussi des **couinements** très discrets en réponse à ceux du faon. On retrouve cette vocalisation comme signe d'apaisement dans des interactions entre adultes.

Autres signaux sonores : lorsqu'il charge, le brocard émet un *soufflement* par les narines. La femelle en chaleur émet des *couinements* aigus. Lorsqu'ils sont en alerte, les chevreuils martèlent le sol avec leurs pattes antérieures, produisant ainsi un *bruit sourd*.

David Reby, Bruno Cargnelutti,
Institut de Recherches sur les Grands Mammifères, Toulouse ■

* Ce texte est extrait du CD qui reprend les enregistrements réalisés par les auteurs : "Des voix dans la forêt" Éditions INRA et salle d'Actualités DIC-Paris. (84 F. pour le personnel INRA) et édité par Sittelle (en vente chez les disquaires).

** Cela correspond à la période pendant laquelle le mâle ne tolère pas la présence d'autres mâles dans son domaine.

Le Point

Utilisation des antibiotiques en élevage

L'évolution de la résistance aux antibiotiques de bactéries pathogènes pose des problèmes en médecine humaine. L'utilisation d'antibiotiques dans les élevages, soit comme médicaments, soit comme additifs aux aliments a été évoquée parmi les causes possibles de cette résistance. Elisabeth Chaslus-Dancla, qui mène des recherches au laboratoire de Pathologie Aviaire et de Parasitologie au centre INRA de Tours, fait ici le point sur cette question*.



Photo : Michel Pitsch

* Par ailleurs, un rapport sur les additifs antibiotiques dans l'alimentation animale a été demandé par les ministères de l'Agriculture et de la Santé à Georges Bories de l'INRA, président de la Commission interministérielle et interprofessionnelle de l'alimentation animale et Pierre Louisot de l'INSERM, président du Conseil supérieur d'hygiène publique de France. Ce rapport a été remis le 15 mai dernier et n'est pas encore disponible à ce jour. D'autres causes d'inquiétude ont été évoquées : la consommation apparemment élevée d'antibiotiques par l'homme en France ou l'utilisation de gènes de résistance aux antibiotiques comme marqueurs des organismes génétiquement modifiés (à ce sujet voir le dossier INRA "Organismes génétiquement modifiés à l'INRA. Environnement, agriculture et alimentation". DIC, 1998, 150 pages).

En élevage, l'utilisation d'antibiotiques a deux objectifs : thérapeutique ou zootechnique

En élevage de rente [1], les antibiotiques ont tout d'abord une **utilisation thérapeutique** visant l'éradication d'une infection présente (but curatif) ou la prévention d'une infection possible, à l'occasion d'un transport, d'une vaccination ou d'un stress (but prophylactique). L'utilisation des antibiotiques thérapeutiques est sous le contrôle des vétérinaires. La voie d'administration la plus rapide pour traiter un grand nombre d'animaux, est l'eau de boisson ou l'incorporation dans l'aliment. Cet aliment de traitement ou aliment médicamenteux est alors préparé pour la durée du traitement et est considéré comme un médicament. Les principales familles d'antibiotiques sont représentées (ex: ß-lactamines, tétracyclines, aminosides, triméthoprime, phénicolés, quinolones), mais le nombre de molécules est très restreint si on le compare à celui des molécules à usage humain.

À côté de cette utilisation thérapeutique, on trouve une utilisation propre à l'élevage de rente : **l'usage zootechnique**. Cette pratique relève d'une observation qui date du début de l'utilisation des antibiotiques : si de faibles quantités d'antibiotiques sont incorporées dans l'aliment pendant la période de croissance des animaux, on obtient une amélioration du gain de poids que l'on peut estimer entre 2 à 5%. Cet effet zootechnique est principalement observé dans des élevages avec un niveau d'hygiène précaire et tend à diminuer avec l'amélioration sanitaire de l'élevage. Une législation mise en place en 1974 définit la liste des molécules utilisables dans ce but (encart 1). En Europe, on ne peut utiliser dans ce but ni les ß-lactamines ni les tétracyclines. Celles-ci sont encore utilisées aux États-Unis pour un usage zootechnique et à des doses proches des doses thérapeutiques ! Les molécules présentes dans cette liste n'ont pour la plupart d'entre elles pas de correspondant en thérapeutique vétérinaire, excepté trois molécules de la famille des macrolides-synergistines et la bacitracine. Ces antibiotiques font l'objet d'âpres discussions et de pressions multiples et cet usage zootechnique est très médiatiquement remis en question.

1 Liste positive des antibiotiques dans un but zootechnique : les additifs (directives 70/524 EEC et 87/153 EEC)

Molécule	composition chimique	site, action
avoparcine*	glycopeptide	paroi
bacitracine zinc	polypeptide	paroi
flavophospholipol	glycophospholipide	paroi
spiramycine	macrolide	ribosome
tylosine	macrolide	ribosome
virginiamycine	synergistine	ribosome
monensin	polyether	ionophore
salinomycine	polyether	ionophore
avilamycine	orthosomycine	ionophore
carbadox	quinoxaline	ADN
olaquindox	quinoxaline	ADN

*Retirée par décision européenne de toute filière de production animale pour une durée de 2 ans à compter du 1er avril 1997. Un ré-examen de cette décision doit avoir lieu fin 1998.

Conséquences de l'utilisation thérapeutique des antibiotiques

• Mécanismes de résistance et grandes évolutions

Toute utilisation d'antibiotique conduit tôt ou tard à la sélection de bactéries résistantes. Nous ne connaissons pas d'exemple qui échappe à cette règle. Les mécanismes de résistance sont multiples et variés. On peut citer :

- la synthèse d'enzymes bactériennes capables de modifier la molécule antibiotique et ainsi de l'inactiver
- la modification-protection de la cible de l'antibiotique (ribosomes)
- la synthèse d'enzymes capables de court-circuiter la voie métabolique dans laquelle intervient l'antibiotique
- la diminution de la perméabilité
- ou encore la mise en place d'un système actif d'efflux de la molécule hors de la bactérie.

Les supports génétiques de ces différents mécanismes peuvent être le chromosome mais ce sont très fréquemment des plasmides conjugatifs qui ont la propriété de diffuser rapidement entre les bactéries [2].

Des évolutions constantes sont observées, avec semble-t-il, une accélération dans les dernières années. C'est tout d'abord une augmentation de la fréquence de bactéries résistantes et une augmentation de leur multirésistance. Actuellement, en élevage intensif, les bactéries isolées à l'occasion d'une pathologie sont en majorité résistantes à plusieurs antibiotiques de familles différentes. Ainsi, si une bactérie, par exemple, résiste à 4 antibiotiques de familles différentes, l'utilisation d'un seul de ces antibiotiques favorisera le développement et la diffusion de cette bactérie, mais également des différents mécanismes de résistance aux autres familles d'antibiotiques. On parle alors de phénomène de co-sélection.

• Importance du milieu dans lequel évoluent les bactéries

L'acquisition de mécanismes de résistance et l'évolution des souches bactériennes vers la multirésistance dépendent largement de l'écosystème dans lequel évoluent ces bactéries. Ainsi, on trouve des situations très différentes selon qu'il s'agit par exemple du tube digestif, de l'appareil respiratoire, de la mamelle, des organes profonds....

Si les souches pathogènes d'origine digestive sont très fréquemment multirésistantes, c'est qu'elles ont été en contact plus ou moins longtemps avec un réservoir, le tube digestif, très riche en espèces bactériennes différentes et véhiculant de nombreux mécanismes de résistance sur des supports génétiques variés (plasmides, transposons, intégrons). Dans de tels réservoirs, les échanges génétiques sont importants, et l'utilisation d'antibiotiques pourra amplifier certains de ces phénomènes.

Les souches pathogènes isolées de l'appareil respiratoire bénéficient d'une situation un peu moins favorable puisque seules les voies respiratoires supérieures sont fréquemment contaminées et que les voies profondes sont normalement stériles. On admet en effet, qu'environ 30% de bovins sont des porteurs sains de pasteurelles dans leur rhinopharynx.

D'autres exemples peuvent être pris dans des situations extrêmes peu propices à des échanges inter-bactériens et dans lesquelles on isole peu de bactéries résistantes aux antibiotiques. C'est le cas des staphylocoques isolés de la mamelle au cours d'un épisode pathologique et qui sont très généralement sensibles aux antibiotiques malgré l'utilisation de crèmes antibiotiques. Ils évoluent dans un écosystème normalement stérile, la mamelle étant dépourvue de flore résidente.

Une situation un peu comparable est celle des *Brucella*, isolées principalement des ganglions lymphatiques ou d'organes tels que le foie, la rate, ou les organes de reproduction, qui sont dépourvus de flore résidente. **Ces bactéries sont encore sensibles aux antibiotiques alors que nous avons pu montrer, en conditions expérimentales, qu'elles étaient aptes à recevoir, à maintenir, et à transmettre des plasmides de résistance (J. M. Verger).**

• Risques pour la santé animale. Risques pour la santé humaine

La conséquence immédiate en élevage est l'échec thérapeutique. L'utilisation d'antibiotiques thérapeutiques est encore trop souvent faite sans antibiogramme préalable.

Pour la santé humaine, le risque peut être de 2 ordres : risques posés par les résidus dans la viande de consommation et risques dus à la contamination de l'homme par des bactéries zoonotiques [3] résistantes à des antibiotiques utilisés chez l'homme.

Des risques toxiques et allergiques peuvent être encourus par le consommateur du fait de la persistance de résidus dans les denrées alimentaires. La législation actuelle a obligé depuis le 1er janvier 1997, à la définition des Limites Maximales de Résidus (LMR), et toute utilisation d'antibiotiques thérapeutiques en dépend (temps d'utilisation, période d'arrêt de traitement avant l'envoi à l'abattoir). Des antibiotiques pour lesquels aucune LMR n'était acceptable ont été retirés par décision européenne. C'est le cas du chloramphénicol et des nitro-imida-

[1] Bovins, ovins, caprins, porcins, aviculture... (Note d'INRA mensuel).

[2] Si un mécanisme de résistance est présent sur le chromosome, sa transmission sera verticale au cours des divisions bactériennes. Si ce mécanisme est présent sur un plasmide conjugatif, sa transmission sera horizontale entre bactéries donatrice et réceptrice : contact entre les deux bactéries, transfert d'une copie d'ADN plasmidique de la bactérie donatrice vers la bactérie réceptrice, et synthèse immédiate du brin complémentaire dans les deux bactéries. Environ une heure après le début du transfert, les deux bactéries, donatrices et réceptrices, hébergent à nouveau un plasmide 'complet' et sont donatrices potentielles. Ce mode de transmission est d'une grande efficacité.

[3] À l'origine des zoonoses : maladie infectieuse des animaux transmissible à l'être humain. (Note d'INRA mensuel).

zoles. **En conséquence, le problème des résidus ne devrait plus se poser au terme de la mise en place de cette nouvelle législation.**

Le risque dû au transfert de bactéries pathogènes zoonotiques de l'animal à l'homme existe. Les transferts sont possibles mais il est difficile de les mettre en évidence, de les quantifier et d'en mesurer les conséquences. De plus, lorsque les mêmes molécules sont utilisées chez l'homme et l'animal, il est difficile de faire la part de la sélection de bactéries et de mécanismes de résistance qui relève d'une utilisation à l'hôpital, en médecine de ville ou en élevage.

Conséquences de l'utilisation zootechnique des antibiotiques : les inquiétudes, les risques

• Effet sur la sélection de bactéries résistantes. "Principe de précaution"

Nous n'avons pas de données précises sur l'effet sélectionnant des additifs zootechniques actuellement utilisés. Seuls les antibiotiques de la famille des macrolides-synergistines et la bacitracine ont également un usage thérapeutique. Parmi les additifs, une molécule, l'avoparcine, qui n'a chez l'animal qu'une seule utilisation zootechnique, fait l'objet depuis plusieurs années de nombreuses discussions. Cette molécule est très proche de la vancomycine utilisée à l'hôpital contre les staphylocoques multirésistants et qui apparaît souvent comme l'ultime antibiotique efficace.

L'avoparcine est utilisée depuis 1976 principalement dans l'alimentation des porcs et volailles. Depuis le milieu des années 80 où l'on a assisté à l'hôpital à l'émergence d'entérocoques résistant à la vancomycine, l'hypothèse d'une possible origine animale des mécanismes de résistance et de leur sélection par l'utilisation de l'avoparcine en élevage a été clairement posée. Actuellement, différentes situations sont rencontrées comme aux USA où la fréquence d'entérocoques résistant à la vancomycine est élevée à l'hôpital (jusqu'à 20%) alors que l'avoparcine n'est pas utilisée dans les élevages et en France où la fréquence de résistance à cet antibiotique à l'hôpital reste faible (2%) malgré son utilisation zootechnique. En vertu du "principe de précaution", l'avoparcine a été interdite d'utilisation par décision européenne, depuis le 1er avril 1997 jusqu'en décembre 1998. Cette période de retrait doit permettre d'obtenir des données sur la fréquence d'entérocoques résistants et les mécanismes présents en élevage. Des travaux dans différents pays d'Europe sont en cours.

La pression des pays nordiques est actuellement forte pour un retrait des macrolides-synergistines, voire le retrait de l'ensemble des additifs antibiotiques. Actuellement, nous ne sommes pas en mesure de mesurer l'impact et le coût de ce retrait sur la santé animale.

Peut-on regarder l'exemple de la Suède qui a banni toute utilisation d'additifs depuis plus de 10 ans ? Il s'en est suivi une nette augmentation de l'utilisation des antibiotiques thérapeutiques et une large utilisation de produits tels que l'oxyde de zinc qui échappent à toute législation et contrôles. *(Pour une revue générale, Corpet 1996 ; Woodford, 1995).*

Les réseaux de surveillance

La surveillance actuellement réalisée concerne essentiellement la résistance aux antibiotiques thérapeutiques.

• En milieu d'élevage

Au niveau national, l'épidémiosurveillance est assurée par les laboratoires du Centre National d'Études Vétérinaires et Alimentaires (CNEVA) qui s'appuient sur des réseaux de laboratoires de diagnostic selon deux modalités :

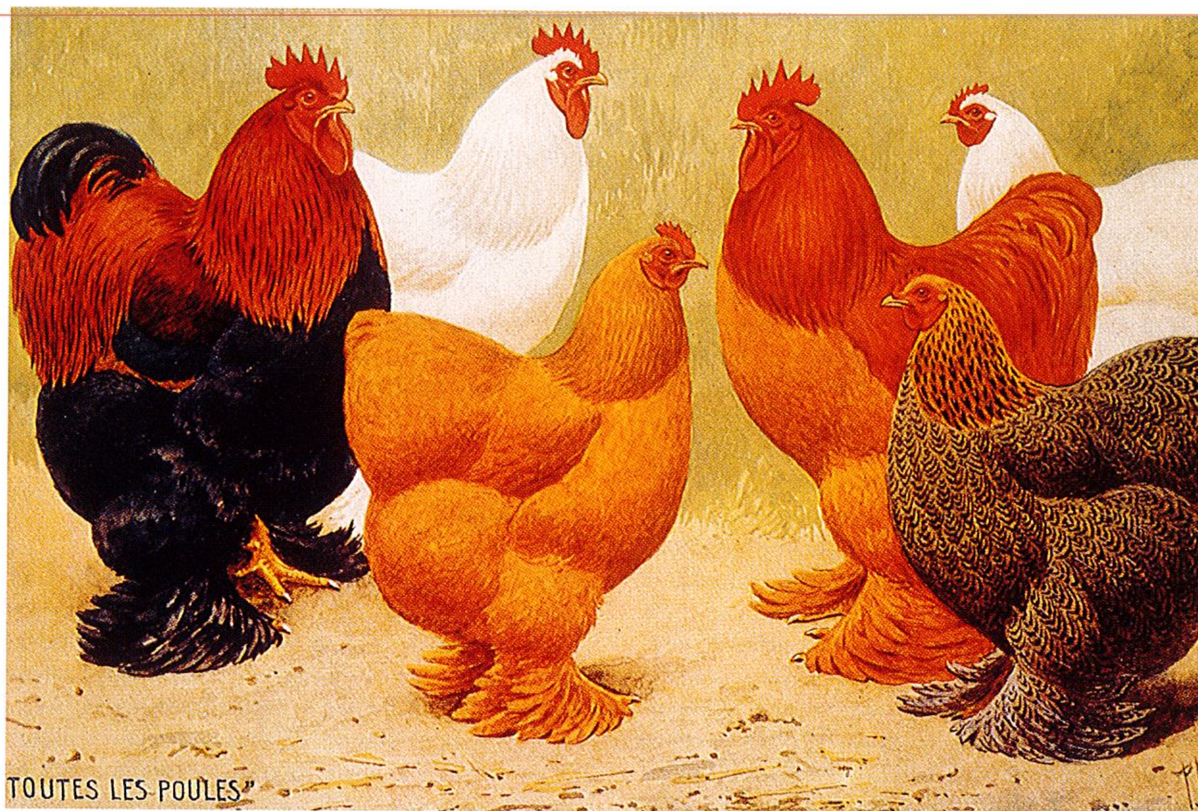
1• la première consiste à centraliser systématiquement dans un laboratoire de référence les souches isolées dans les différents laboratoires de diagnostic. Le réseau *Salmonella* animé par le CNEVA Paris (A. Brisabois) est un exemple de cette démarche,

2• la deuxième approche est illustrée par le Réseau de Surveillance de l'Antibiorésistance chez les Bovins (RESABO) animé par le CNEVA Lyon (Martel *et al.*, 1995).

Ce réseau a été créé en 1982 pour surveiller la résistance aux anti-infectieux chez les principales bactéries pathogènes chez les bovins. Cette surveillance concerne les espèces bactériennes rencontrées en pathologie bovine au niveau de l'appareil digestif (salmonelles et colibacilles), de l'appareil respiratoire (pasteurelles, *Actinomyces pyogenes* et *Mycoplasma bovis*) et de la mamelle (staphylocoques, streptocoques et entérocoques). Les groupes bactériens à croissance lente ou difficile font l'objet d'études particulières périodiques.

L'objectif est de détecter l'apparition de nouvelles résistances, de suivre leur évolution dans l'espace et le temps et de constituer une collection de souches représentatives en vue d'études approfondies sur les mécanismes biochimiques et/ou génétiques de ces résistances.

Les laboratoires de base de ce réseau sont essentiellement des Laboratoires Vétérinaires Départementaux qui isolent et identifient les principales bactéries pathogènes chez les bovins et déterminent la sensibilité aux antibiotiques par la méthode de diffusion en milieu gélosé. Cette technique est standardisée et étalonnée au moyen de souches de référence interne. Actuellement environ 40 laboratoires adressent au CNEVA Lyon les résultats bruts des antibiogrammes. Les souches bactériennes d'intérêt sont envoyées et mises en collection. La collection comprend actuellement près de 10.000 souches bactériennes représentatives de la pathologie des ruminants (essentiellement des bovins) et des mécanismes de



résistance identifiés en France. Ces aspects sont développés dans le cadre d'une collaboration avec les laboratoires spécialisés de l'INRA à Tours-Nouzilly (E. Chaslus-Dancla) et de l'Institut Pasteur (P. Courvalin).
Grâce à ce réseau les tendances d'évolution globale des fréquences de résistance des principaux groupes bactériens rencontrés en pathologie bovine peuvent être déterminées. Plus une espèce bactérienne (ou un sérovar) est fréquente en pathologie, plus les fréquences de résistance sont élevées. Ainsi, les souches de *S.* Typhimurium, dominantes en pathologie bovine, sont globalement beaucoup plus multirésistantes que celles de *S.* Dublin. Certains sérovars bien que plus rarement rencontrés voient leur incidence croître avec parallèlement une augmentation des fréquences de résistance (Martel et al., 1996).

• **Chez l'homme**
Plusieurs réseaux existent en milieu hospitalier et en médecine de ville. Une structure nationale l'ONERBA (Observatoire National de l'Épidémiologie de la Résistance Bactérienne aux Antibiotiques), qui fédère l'ensemble de ces réseaux, a été mise en place en décembre 1996 avec le concours de la Société Française de Microbiologie (SFM), de la Société de Pathologie Infectieuse de Langue Française (SPILF), du Réseau National de Santé Publique (RNSP) et de l'Institut Pasteur de Paris. L'INRA et le CNEVA sont représentés dans son conseil scientifique. Dans les autres pays d'Europe, des réseaux se mettent en place.

Étude de mécanismes de résistance

Grâce au Réseau RESABO et à une collaboration INRA-CNEVA Lyon initiée il y a plus de 15 ans, plusieurs événements épidémiologiques ont pu être suivis et les mécanismes de résistance analysés. Deux exemples d'études réalisées dans ce cadre montrent la complexité du développement des phénomènes de résistance:

• **Résistance aux aminosides chez *E. coli et Salmonella***
Les aminosides, l'apramycine et la gentamicine, ont été introduits en thérapeutique vétérinaire au début des années 80. Jusqu'en 1982, on ne détectait pas en élevage de *E. coli* ou de salmonelle résistante à l'une ou l'autre de ces deux molécules. Les premières souches résistantes ont été isolées en 1984, simultanément dans deux élevages de jeunes bovins situés dans des régions éloignées, sur des animaux de provenances commerciale et géographique différentes (Chaslus-Dancla *et al,* 1986). Dans les deux cas, une grande partie du troupeau était atteinte de troubles digestifs responsables d'une mortalité élevée. Sur des animaux septicémiques ont été isolées des *Salmonella* Typhimurium résistantes à de nombreux antibiotiques dont l'apramycine et la gentamicine. C'était le point de départ d'une étude dont on peut résumer les principaux points :
- un nouveau mécanisme de résistance a été mis en évidence chez ces salmonelles avec production d'une acétylase inactivant les deux molécules antibiotiques. Ce mécanisme était présent sur des plasmides conjugatifs. Deux mois après cet épisode, des *E. coli* isolés de la flore digestive d'animaux sains de ces élevages véhiculaient des plasmides conférant également cette résistance croisée,
- très rapidement, de nombreuses souches de *E.coli* résistantes à l'apramycine et à la gentamicine issues d'animaux d'autres élevages étaient isolées. La confirmation était faite de la présence d'un unique mécanisme de résistance et du support plasmidique de cette résistance dans la quasi totalité des souches. Un bilan national réa-

lisé en août 1988, indiquait une rapide et large diffusion de *E. coli* résistant à l'apramycine-gentamicine dans les principales régions d'élevage bovin,

- la rapide diffusion de ce mécanisme en élevage nous a incités à rechercher sa présence parmi des souches isolées à l'hôpital. Entre 1985 et 1988, les premiers isolements en milieu hospitalier de souches résistantes à l'apramycine et la gentamicine ont été réalisés en Belgique. La présence du même mécanisme biochimique était confirmée et l'étude de la parenté génétique des plasmides supports de cette résistance permettait d'émettre tout d'abord l'hypothèse de diffusion intra- et extra-hospitalière. Une forte parenté génétique a été également démontrée entre quelques plasmides de résistance à l'apramycine-gentamicine de souches isolées à l'hôpital et dans des élevages en Belgique (Chaslus-Dancla *et al.*, 1991). Cette résistance ne paraît pas avoir diffusé largement à l'hôpital en France, toutefois l'utilisation actuelle à l'hôpital de la nétilmicine, qui sélectionne ce mécanisme, semble modifier cette donnée.

Un deuxième mécanisme de résistance a émergé pendant cette même période, par production d'une acétylase inactivant seulement la gentamicine. Bien que véhiculé par des plasmides transférables, ce mécanisme de résistance n'a eu qu'une diffusion discrète en élevage contrairement à la diffusion importante qu'avait eu ce mécanisme en milieu hospitalier au milieu des années 70.

Dans ces études, nous avons suivi l'apparition de deux mécanismes de résistance qui ont eu une évolution très différente. Dans le premier cas, la résistance à l'apramycine-gentamicine a diffusé largement en élevage et elle peut alors être considérée comme une origine possible de contamination de l'homme, mais la diffusion ultérieure en milieu hospitalier a été restreinte. Dans le deuxième exemple, la résistance à la gentamicine seule a très peu diffusé en élevage. Sa fréquence à l'hôpital peut faire de celui-ci une source de contamination de l'animal, mais là encore la diffusion ultérieure en élevage a été très limitée.

D'autres pays d'Europe comme la Grande-Bretagne et la Belgique, ont été confrontés à cette période à l'émergence et la diffusion des mêmes mécanismes de résistance.

- **Résistance aux antibiotiques chez les Pasteurelles**

Les *P. haemolytica* et *P. multocida* sont des agents pathogènes majeurs dans la plupart des filières de production animale, mais jusqu'au milieu des années 80 ces espèces bactériennes étaient très largement sensibles aux antibiotiques. La résistance a d'abord été observée vis-à-vis des ß-lactamines, de la streptomycine et du triméthoprime puis des tétracyclines et du chloramphénicol. L'émergence de ces résistances semble concerner principalement les élevages bovins, dans la plupart des pays producteurs. Les mécanismes de résistance à ces différentes familles d'antibiotiques ont été étudiés et semblent assez spécifiques aux *Pasteurella*.

En filière avicole, il n'existe pas actuellement de réseau de surveillance de la résistance aux antibiotiques. Nos travaux en cours sont réalisés à partir d'enquêtes spécifiques sur les pathogènes majeurs tels que *E. coli* et *Salmonella* et concernent les molécules antibiotiques les plus récentes notamment les fluoroquinolones.

Conclusion

Depuis une cinquantaine d'années les antibiotiques sont utilisés en élevage et ont contribué largement à l'amélioration sanitaire de la production animale. Si l'élevage ne peut actuellement être mené sans antibiotique, l'utilisation plus rationnelle de ces médicaments est un souci pour les responsables des différents niveaux des filières de production animale. Il reste néanmoins que le recours indispensable à l'antibiogramme pour avoir une approche raisonnée de l'utilisation d'antibiotiques n'est pas encore une pratique systématique, que l'étude de mécanismes de résistance ne concerne que peu de souches et que sur ce point les données disponibles manquent sans doute de représentativité. Un réseau de surveillance a été mis en place il y a 15 ans en France qui est unique dans le domaine vétérinaire. Il permet une meilleure surveillance de l'évolution de la résistance aux antibiotiques ; il est également un outil de formation et un lieu d'échange d'information important et privilégié entre les différents partenaires.

Toutefois, la surveillance de la résistance aux antibiotiques concerne principalement les souches pathogènes ou isolées pendant un épisode pathologique. Elle ne permet d'avoir qu'une vision partielle de la résistance aux antibiotiques. Nous possédons peu de données sur la résistance de bactéries naturellement présentes chez l'animal ou l'homme sain. Or c'est dans ces réservoirs importants que se déroulent les événements successifs et sans doute nombreux qui conduisent ensuite à l'émergence de bactéries pathogènes résistantes. De même nous possédons peu de données sur le devenir des bactéries résistantes dans l'environnement.

Si des études montrent que la possibilité de transfert de bactéries, de plasmides ou de gènes existe entre l'animal et l'homme, elles ne permettent pas d'en évaluer la fréquence ni d'estimer l'importance du risque encouru.

Des études complémentaires sont nécessaires à l'intérieur de ces nombreux écosystèmes qui doivent associer les différents partenaires vétérinaires et médicaux et faire appel à des structures de surveillance pérennes et suffisamment importantes pour obtenir des données représentatives des événements étudiés.

Elisabeth Chaslus-Dancla,
Pathologie Aviaire et Parasitologie, Tours-Nouzilly. ■

Références

• Chaslus-Dancla E., Martel J. L., Carlier C., Lafont J. P. and Courvalin P. (1986). Emergence of aminoglycoside 3-*N*-acetytransferase IV in *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium* isolated from animals in France. Antimicrob. Agents Chemother., **29**, 239-243.
• Chaslus-Dancla E., Pohl P., Meurisse M., Marin M., Lafont J.P. (1991). High genetic homology between plasmids of human and animal origins conferring resistance to the aminoglycosides gentamicin and apramycin. Antimicrob. Agents Chemother., **35**, 590-593.
• Corpet D. (1996) Microbial hazards for humans of antimicrobial growth promoter use in animal production. Rev. Méd. Vét., 147, 851-862.
• Martel J.L., Chaslus-Dancla E., Coudert M., Poumarat M., Lafont J.P. (1995). Survey of antimicrobial resistance in bacterial isolates from diseased cattle in France. Microb. Drug Res., **1**, 273-283.
• Martel J.L., Chaslus-Dancla E., Coudert, M., Lafont J.P. (1996). Évolution de la sensibilité aux antibiotiques des Salmonelles d'origine bovine en France. Méd. Mal. Infect., **26** n° spécial, 415-419.
• Verger J. M., Grayon M., Chaslus-Dancla E., Meurisse M. Lafont J.P. 1993. Conjugative transfer and *in vitro/in vivo* stability of the broad-host range IncP 751 plasmid in *Brucella* spp. Plasmid, **29**, 142-146.
• Woodford N., Johnson A., Morrison D., Speller D. C. E. (1995). Current perspectives on glycopeptide resistance. Clin. Microb. Rev., **8**, 585-615.

L'igname alimentaire, plante millénaire et culture d'avenir

L'igname appartient au genre Dioscorea. Culture alimentaire essentiellement (il existe des espèces à usage pharmaceutique), c'est la troisième, avec ses quelque 30 millions de tonnes par an, des productions de tubercules tropicaux. Les recherches les plus importantes sont africaines, indiennes et françaises (des Antilles). Elle demeure peu connue dans l'Hexagone, bien que, dépassant la diffusion de la petite production locale (voir encart), des marchés de banlieues parisiennes, des boutiques et des grandes surfaces de province en offrent plus ou moins régulièrement.



Aux îles Trobriand (Nouvelle Guinée), 1915,. Tubercules de *D. alata* apportés en défi coutumier à un village adverse. Gouache de L. Degras d'après une photo de B. Malinowski.

De la nature à l'homme. La domestication

• Mystères des origines

Au plan phylogénétique, les origines de l'igname sont pleines de riches contradictions. C'est une monocotylédone douteuse, plusieurs botanistes anciens y ayant vu deux cotylédons. La dicotylédonie s'y trahirait encore par le port, la feuille de liseron, et de multiples subtilités de l'anatomie ou des bourgeons axillaires. Le biologiste molécularíste y repère 16 amino-acides, sur 20 analysés, tributaires de codons [1] communs avec les dicotylédones. Ne serait-elle pas d'avant la séparation monocotylédone - dicotylédone ? Elle a parmi ses vaisseaux de ces trachéides archaïques de pré-phanérogame et de gymnosperme ! Voilà, donc, de la très vieille noblesse, et qui fait l'igname remonter à la Pangée, d'avant la dérive des continents !

Au plan géobotanique, l'origine asiatique a paru longtemps l'évidence. Et puis, on s'aperçut que près des quatre-cinquièmes des sections des *Dioscorea,* et les trois-quarts de la section majeure des *Eu-Dioscorea* sont des Amériques ! L'évidence en est moins assurée depuis...
Au plan morphogénétique enfin, on se demande d'où vient ce tubercule impossible à ranger dans les catégories cartésiennes : racine par son géotropisme positif, tige par son anatomie !

Ces mystères ne sont sans doute pas insolubles, pas plus que celui de la domestication des ignames. La recher-

En français, curieusement, certains prononcent : ig'nam'. Ce n'est pas très loin du portugais "inhame". Plus que l'anglais "yam", l'espagnol avec le tilde "~" (name) est resté, quant à lui, proche du vocable africain "nyam" (nourriture), repérable sous diverses déclinaisons sub-sahariennes, du wolof sénégalais au zoulou sud-africain. La polarisation du vocable par l'igname en fait "la Nourriture des nourritures", comme la Bible est "le Livre des livres". Mais, comme le Livre, elle a aussi ses apocryphes : dans le sud des États-Unis, "yam" n'est que de la patate (*Ipomoea batatas*), jaune, molle et sucrée, et vers Sao Paulo, au Brésil, "inhame" n'est que le taro (*Colocasia esculenta*), l'igname (*Dioscorea* spp.) s'y appelant "cara".

[1] Unité élémentaire du code génétique, formé de trois bases successives sur un ARN messager.

Photo : G. Jackson



Nouvelle Guinée. 1984. Sapik. Présentation cérémonielle de *D. esculenta*.

che, encore hésitante sur celle de *D. alata* (asiatique...), l'a déjà bien éclairci en ce qui concerne le complexe spécifique africain *D. cayenensis-rotundata*.

• L'Afrique mère d'ignames

Premier temps : les naturalistes exploraient alors les Amériques. En 1789, Lamarck ne put que baptiser "*cayenensis*" le premier spécimen à lui parvenir, tandis que Grisebach rebaptisait *D. occidentalis* (des Indes Occidentales), ce *rotundata* inventé par Poiret en 1813 pour l'échantillon reçu de Porto-Rico.

Second temps : l'Asie paraissait la matrice de l'agriculture du monde. Il n'avait pas suffit que, derrière les troupes coloniales, on reconnaisse à l'Afrique sub-saharienne la propriété de toute une série d'espèces de *Dioscorea* domestiquées à divers degrés. Certes, des africains pouvaient bien être des "opérateurs" de domestication des ignames, mais le "concept de domestification" selon certains, comme Murdock (et même Coursey !), devait être venu du Nord-Est !

Troisième temps : les dernières décennies. Hamon et quelques autres semblent avoir bien élucidé les principaux processus de la domestication de l'igname : quatre, peut-être six, espèces sauvages, dont les flux géniques se décèlent dans les zymogrammes [2] des formes cultivées ; des hybridations interspécifiques ; parfois des interventions de gamète réduit et/ou la récupération de mutants dans la multiplication végétative ; et par dessus tout, les pressions sélectives de l'homme. Les pygmées Baka exploitent et contrôlent toujours, "*in situ*", en forêt camerounaise, "l'igname éléphant" (*D. mangenotiana*) ; la ressource génétique y est comme accompagnée par l'homme : paraculture de l'igname.... Dans les années cinquante, des Gourou de Côte d'Ivoire parfois "passaient" à leur jardin des individus d'espèces sauvages : protoculture de l'igname...

L'approche pluridisciplinaire, de la génétique moléculaire aux ethnosciences, a enfin rendu aux Africains la responsabilité de la domestication du complexe *D. cayenensis-rotundata* que laissait déjà concevoir la profonde signification des fêtes très anciennes de la nouvelle igname autour du golfe du Benin (voir encadré 1).

[2] Électrophorèse d'un extrait de protéine enzymatique soluble.

1 Rituels et domestication

Les premiers contacts des Portugais avec l'Afrique sub-saharienne témoignent, au vu de l'échange entre le sel et l'igname, de l'importance de celle-ci autour du Golfe du Bénin. Ce n'est, pourtant, que vers 1801 que l'on s'aperçoit des rites de consommation des *D. cayenensis-rotundata*, rites reconnus depuis comme significatifs d'une **civilisation de l'igname**, allant de la Guinée au Cameroun. Le plus important de ces rites est le "Festival pour l'igname nouvelle" (*Odwira* des Ashanti, *Te Dudu* des Ewe...). Analogue, par certains aspects aux rites des moissons méditerranéens, il a une signification ethnobotanique plus profonde. Très schématiquement, il s'appuie sur des parcelles et des variétés sacrées, entretenues par des prêtres, sur une programmation du festival avant maturation de ces parcelles, l'interdit de consommation avant une phase du festival, le départ temporaire des prêtres en retraite spirituelle, l'exposition des prémices à des autels de déités variées (dont *Apoku-ji*, *Njokuji* des Ibos, les plus fervents), les offrandes sur les sièges royaux purifiés au fil d'un cours d'eau, les danses, des prestations de rois et vassaux éventuellement, et surtout sur des sacrifices. Les sacrifices humains étaient, en fait, associés, on l'a compris plus récemment, à la purification cyclique de la cité, avant chaque Festival, par l'exécution de tous les condamnés de l'année. Ils donnèrent, en 1897, aux Anglais, prétexte à la destruction du Bénin.
L'analyse ethnologique de ces rites, confortée par celles d'autres civilisations de l'igname de l'arc afro-mélanésien, rattache leur origine à la phase de maîtrise de la récolte et de la détoxification éventuelle des ignames sauvages.

Des clairières jardinées aux champs semi-industriels

À l'évidence les ignames alimentaires sont amoureuses des clairières. Au sein des forêts tropicales en équilibre, bien des espèces sauvages végètent, rêveusement associées à la "strate de l'avenir", dans l'attente du prochain cycle sylvigénique, même si "l'igname éléphant" gagne les cimes de quarante mètres de la forêt mûre. On en verra davantage jaillir des chablis à l'appel du soleil, mais toujours protégées par la microécologie humide et

2 Anthracnose, cyclone...

Quelques chiffres. De 1961 à 1970, la production mondiale d'igname, dont l'Afrique fait 95%, s'est accrue de 35%, et celle de la Caraïbe d'autant. De 1970 à 1980, au niveau mondial, elle augmente, comme celle de l'Afrique, d'environ 30%. Par contre, dans la Caraïbe l'accroissement n'est que de 10% !

C'est qu'en Afrique, *D. cayenensis-rotundata* est très largement majoritaire, en particulier au Nigéria (75 % du total africain), alors que dans la Caraïbe, avant 1975, le complexe spécifique africain et *D. alata* y étaient à peu près à parité en surface, la seconde souvent supérieure en rendement. La décennie 1970 à 1980 a vu se développer, sous toutes les latitudes intertropicales, une épidémie d'anthracnose (*Colletotrichum glœosporioides*) (maladie due à un champignon). La plupart des cultivars de *D. alata*, surtout les plus estimés et répandus, ont subi des régressions dramatiques, cultures et semences anéanties par endroit. Ces ravages ont été, depuis, progressivement atténués là où fut acceptée l'extension de *D. cayenensis-rotundata*, et là où réussit, parfois au détriment de la qualité, la substitution de ressources génétiques, introduites souvent d'Asie du sud-est et d'Océanie.

Sur la dernière décennie, la production mondiale, atteignant 30 millions de tonnes, a progressé de plus de 20 %, et l'accroissement dans la Caraïbe lui est redevenu comparable... Mais de récentes évolutions des relations hôtes-parasites semblent alarmantes. La tolérance à l'anthracnose jusqu'alors observée chez certains cultivars ("Plimbite", notamment, diffusée aux Antilles par l'INRA pour cette raison) est remise en cause par la diversité constatée de l'agent pathogène : apparition de souches résistantes au bénomyl utilisé en traitements fongicides d'appoint et existence d'une gamme d'agressivités. Cette évolution est particulièrement visible depuis le passsage du cyclone Hugo (1989).
Ce qui conduit l'INRA à s'orienter vers un programme d'amélioration génétique intégrant mieux la complexité de l'ensemble de ces facteurs.

À celà, il convient d'ajouter une meilleure prise en compte des contraintes de l'environnement tellurique des plantes, surtout si la culture doit être établie à partir de vitroplants.

Il est donc souhaitable que des travaux d'équipes nationales et internationales se conjuguent à ceux conduits en Guadeloupe, afin de faire de *D. alata* une composante essentielle de la diversification agricole.

ombreuse. Leurs génomes n'en charrient pas moins, venus de brassages d'avant les hommes, des songes d'espaces de savanes aux herbes puissantes, cycliquement en proie aux feux de saison sèche. Voilà pourquoi elles se laissent séduire par les jardins-forêts alimentaires des clairières et des villages, tressant dans leurs multiples strates, frêles herbes, arbrisseaux, arbustes, lianes et ces fruitiers, semés ou sauvegardés des sous-bois au temps du défrichement. De tels jardins se déclinent en d'infinies variantes dans l'univers vivrier tropical. Leurs forces sont leur diversité biologique et leur sous-exploitation des potentialités maximales des écosystèmes. Ainsi, jusqu'à une centaine d'espèces sur moins d'un demi-hectare, dont parfois cinq *Dioscorea*, avec dix à quinze cultivars au total, permettent l'ajustement aux aléas climatiques et aux besoins nutritionnels (un kilo, en moyenne, couvre, en énergie, 35 % et en protéine 23 % des besoins quotidiens). Ainsi, les prélèvements des ravageurs et des parasites sont tempérés par leur compétition et les rétro-contrôles biologiques. Ils demeurent, sans traitement chimique à la sauve-qui-peut, juste au-dessus de la production utile à la survie de l'homme. Mais des surproductions y sont possibles. On en a vu chez les Trobriandais du début du siècle, chez les Yoruba ou les Ibos, aux exceptionnelles densités humaines dès avant l'ère coloniale... Assurément, lorsque des enchaînements de gravité exceptionnelle, climatiques (typhons, longues sécheresses) ou sociaux (guerres, saignées de la traite, impérialismes, explosions démographiques...) agressent milieux et hommes, des ruptures conduisent à "l'agriculture de subsistance", où l'igname sera, parfois, difficilement maintenue. Paradoxalement, des jardins polyculturaux équilibrés se profilent encore aujourd'hui aux Antilles françaises, plus ou moins polarisés vers une production à label biologique européen.

Mais dans cette même aire néotropicale, au cours des dernières décennies, l'économie moderne de marché a conduit à des champs monotypiques, souvent monoclonaux, de *D. cayenensis-rotundata* (Jamaïque, Porto-Rico, République Dominicaine, Nord-Est brésilien) ou de *D. alata* (Barbade, Antilles françaises, Costa-Rica, État de Sao-Paulo du Brésil). L'INRA a contribué à l'émergence d'itinéraires techniques correspondants. Ils incluent la restauration de la matière organique du sol, le billonnage [3] (et bientôt la plantation) mécanisée, le désherbage chimique en pré-émergence, la densité et l'époque de plantation optimales pour des cultivars comme *D. alata* "Belep", "Florido", "Kinabayo", conduits sans tuteur et adaptés à la demande commerciale. Ces cultivars visent, de plus, la lutte intégrée contre les maladies, au premier chef l'anthracnose (voir encadré 2).



Billonneuse et planteuse INRA. Photo : M. Farant.

[3] Une billoneuse-planteuse d'ignames INRA est brevetée. Elle est fabriquée et commercialisé par des partenaires respectivement Duro A.C. et L.M. Technologie de Guadeloupe.

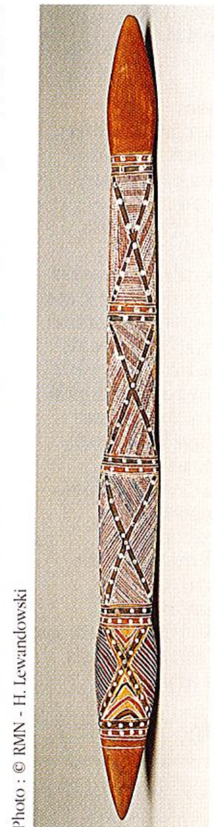


Photo : © RMN - H. Lewandowski

Sculpture Ranga : représentation d'un igname. Bois peint. Australie.

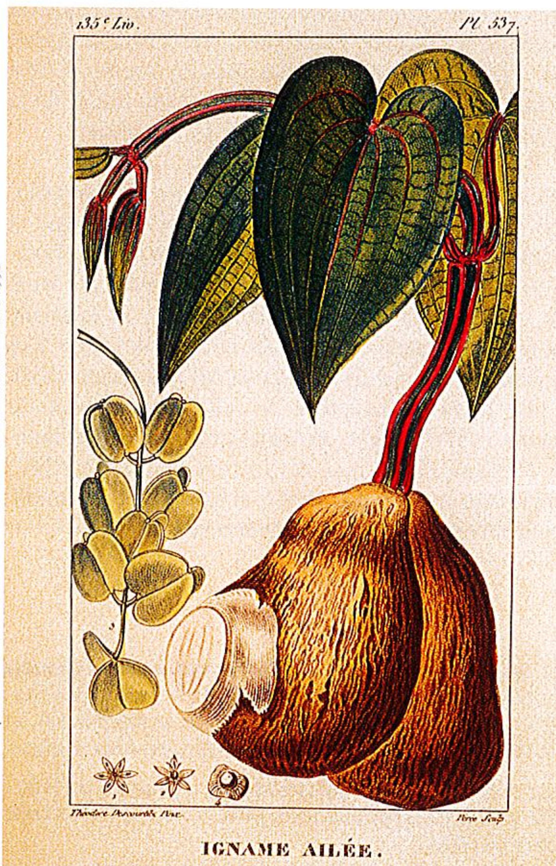


Photo : © Bibliothèque centrale du Museum National d'Histoire Naturelle - Paris 1998

Igname blanc *Dioscorea alata*. Flore pittoresque et médicale des Antilles. Descourtilz. Paris, 1829.

3 L'igname "de Chine" en France

La journaliste Anne Bruneau s'étonnait, en 1978, de ce que l'INRA ne s'occupait pas d'un légume original, l'igname. Il s'agissait de celle qui, sur quarante hectares, entre St-Claude-de-Diray et Monlivault (Loir-et-Cher), à partir de quatre cents heures de travail manuel, dont près du tiers pour la récolte, épatait quelques boutiques de la Madeleine et remplissait d'aise, à Noël, des Antillais, trop sevrés pour en vouloir à cette *D. opposita* de n'être pas tropicale... La journaliste convint volontiers de son ignorance des sujets tropicaux de l'INRA... Cette "igname de Chine" est une lointaine retombée de la recherche de substitut à la pomme de terre malade, au XIXème siècle, et d'un pavillon indochinois d'une Exposition Coloniale. Aujourd'hui, elle est concurrencée par les importations d'ignames tropicales africaines, brésiliennes, costaricaines. Mais, soutenue par la Chambre d'agriculture du Loir-et-Cher, elle tend à s'industrialiser et mène sa contre-offensive tropicale sur les marchés franco-antillais plus rentables, fragilisés par la désorganisation professionnelle et les aléas écologiques récents.

La mécanisation de la récolte a progressé avec des soulеveuses, en versoir modifié par l'INRA, ou frontales à la Barbade et dans la chaîne, avec ensacheurs manuels portés, élaborée par un exploitant en Guadeloupe. Cette dynamique d'évolution, moins visible chez *D. cayenensis-rotundata*, ne compense malheureusement pas l'insuffisance d'organisation professionnelle aux Antilles françaises qui retarde la généralisation des applications de la recherche. À la faveur de récentes évolutions parasitaires et de cyclones rapprochés, voilà que s'y manifeste la mondialisation des marchés, avec les parts notables d'importations du Costa-Rica, de République Dominicaine et du Loir-et-Cher (voir encadré 3) dans les réseaux de distribution urbains : c'est la convergence des faibles coûts de production hors CEE et de l'opportunisme commercial franco-antillais. La compétitivité de nombreuses exploitations de Guadeloupe et de Martinique doit pouvoir, à moyen terme, affronter cette convergence.

Le nœud du problème ou le complexe nodal de l'igname

On a évoqué précédemment la nature problématique du tubercule de l'igname. Prolifération du "complexe nodal" qui, à tous les étages de la tige, peut en émettre, il n'est qu'une expression possible de ce véritable nœud de la physiologie et de la morphogénèse des *Dioscorea*.

Suivant les espèces semble-t-il, mais une expérimentation étendue fait défaut, et suivant le milieu interne et externe, l'aisselle foliaire, dotée de méristèmes de bourgeons sériés, peut engendrer une tige simplement feuillée, un axe florifère, une bulbille aérienne, un tubercule souterrain, un stolon sans feuille et diagéotropique. Des séquences hétérogènes sont possibles à la même aisselle. De l'étrange anatomie de celle-ci, peu explorée depuis le XIXème siècle, on signalera seulement l'existence de plaques libériennes et ligneuses singulières, reliées aux bourgeons, pas à la feuille, et sans traces qui autoriseraient l'enracinement des entrenœuds.

Des bulbilles peuvent être toute la récolte, jusqu'à des dizaines de tonnes/hectare, chez certaines *D. bulbifera* ; les bulbilles asiatiques étant plutôt arrondies et à un bourgeon, les africaines polyédriques et à plusieurs bourgeons.

Quant au tubercule souterrain, sauf à proximité de la tige émettrice, il ne possède, à la différence de la pomme de terre, aucun bourgeon préformé. Par contre, partout, à quelques millimètres sous l'écorce, des massifs de cellules indifférenciées s'organisent en bourgeons dès que la dormance est levée et que les conditions externes y sont favorables. La conservation de cette aptitude plusieurs mois est une phase lourde de périls écologiques et parasitaires pour la survie du tubercule.

La production de plants de semences a progressé par la réduction de leur masse, traditionnellement de plusieurs centaines de grammes à l'unité, prélèvement excessif sur les récoltes. À la fin des années 70, des chercheurs relèvent, au Nigéria, que des villages ont des revenus importants, plus de la moitié à Nteje, en produisant des mini-tubercules comme plants. L'Institut National pour la Recherche sur les Cultures de Tubercules du Nigéria (NCRI), affine la technique, l'Institut International d'Afrique Tropicale (IITA, Ibadan, Nigéria) l'enrichit et la diffuse, notamment en Jamaïque, sous le nom de technique des "mini-setts" (de quelques dizaines de grammes). Elle permet des économies de coût et d'accroître la productivité du plant de semence. Mais elle implique une formation des producteurs et des attitudes culturelles nouvelles. Il en est tout autant des procédures encore plus prometteuses élaborées à l'INRA : le bouturage de tiges et, surtout, la micropropagation par culture *in vitro*, dont les opérations pilotes sont en cours aux Antilles françaises.

Champs de *D. cayenensis-rotundata* en Guadeloupe.

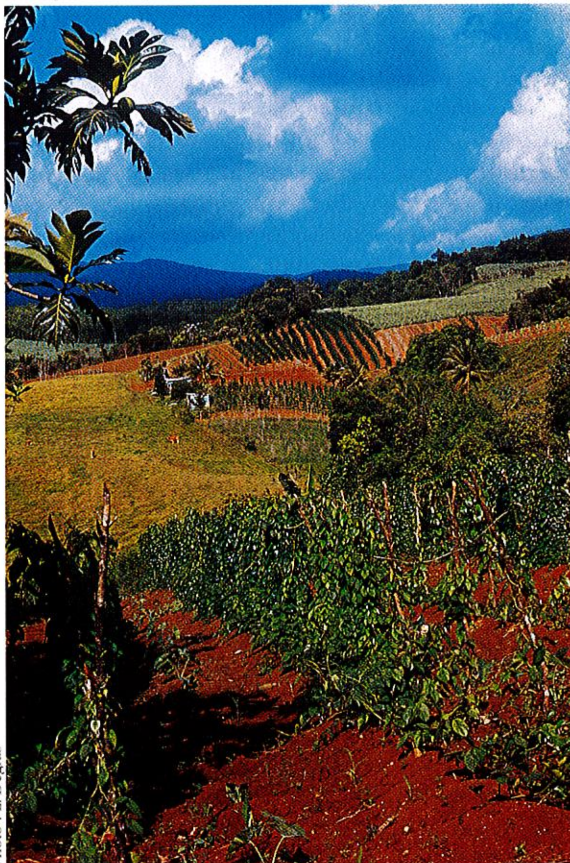


Photo : L. Degras

Igname farcie (M. Bochain)

Ingrédients (pour six personnes)
1 igname Gwos kay d'environ 1 kilo
100 g de jambon épaule
200 g de viande de bœuf (ragoût)
30 g de pain trempé
10 g de chapelure
50 g de beurre
2 cuillerées d'huile
1 pincée de muscade et de sel
persil, thym, cives*
2 gousses d'ail
poivre

Préparation
Lavez l'igname, sans la couper, en la brossant. Faites-la cuire en entier à grande eau salée. Après cuisson, couper-la longitudinalement en deux parties égales. Creusez-la avec une cuillère (en respectant la peau) et, avec le contenu retiré, faites une purée. Ajoutez-y le lait, le beurre, le sel et la muscade. Dans une cocotte, faites revenir les fines herbes, la viande hachée, le jambon. Ajoutez-y le pain trempé passé à la moulinette. Mélangez le tout. Disposez dans la peau la purée en ménageant un creux en longueur au milieu. Garnir le creux avec la farce. Saupoudrez de fromage et de chapelure. Passez les deux sections d'igname au four pendant dix minutes environ. Servez tiède.

* Ciboules

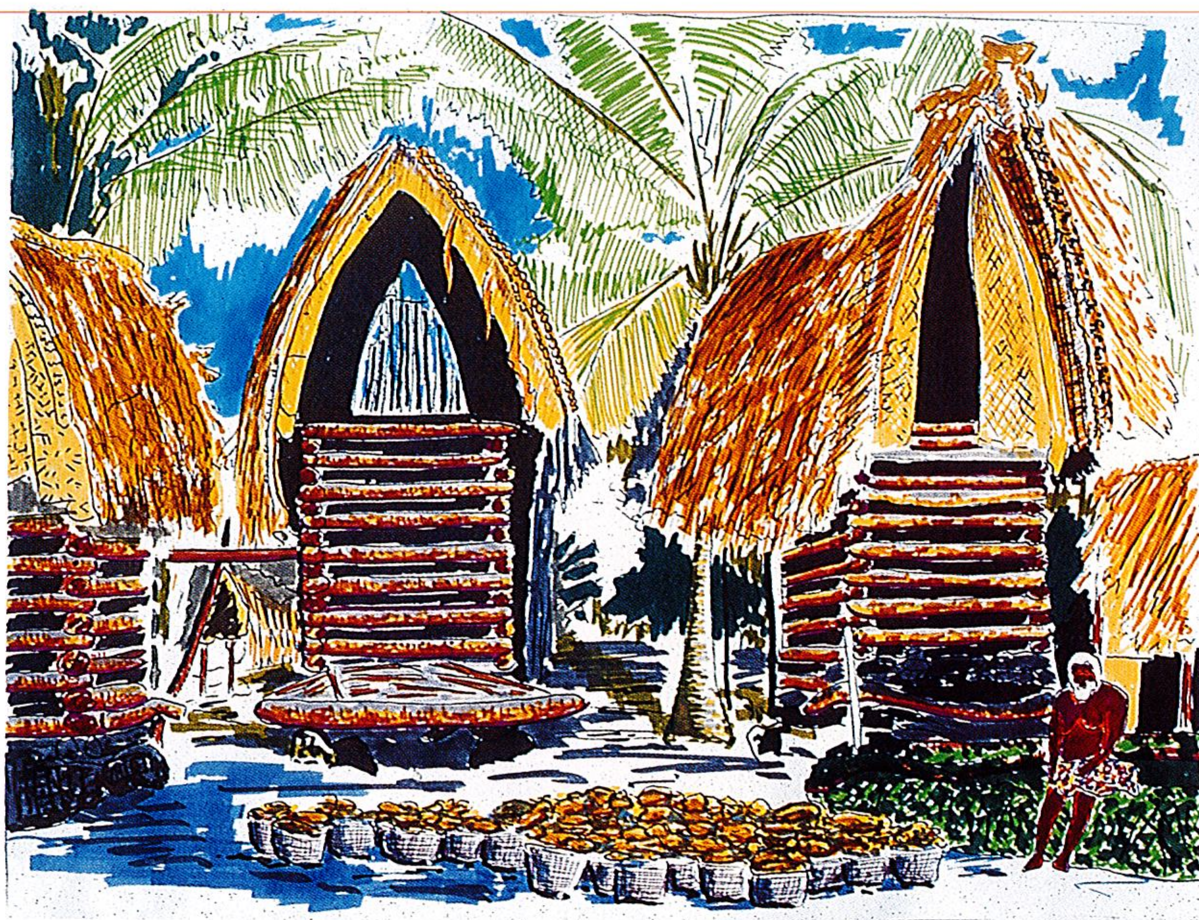
Célébrations culinaires et "Amala"

1978. Buea (Cameroun). Premier séminaire international sur l'igname. Banquet de clôture. Comme des planètes déboussolées par trop d'attractions, nous tournons sur nous et autour de la table, les yeux illuminés, les mains tentaculaires, les lèvres gourmandes, gravitant autour d'une quinzaine de spécialités à base d'igname.

1985. Gosier (on ne saurait l'inventer, c'est en Guadeloupe). Septième symposium international de l'ISTRC. Hommage à son Conseil scientifique de quelque dix recettes couronnées, parmi la centaine, traditionnelles ou nouvelles, sorties du concours organisé par l'INRA.

En Indonésie, on aurait pu déguster le croustillant "kreepik" au *D. bulbifera*, le savoureux "sayor" au *D. esculenta*, ou le "boobor" alliage subtil de *D. hispida* détoxifié, de sucre de palme et de coco râpé. Et que dire de ce cérémonieux "bougna" canaque (et polynésien) jadis rigoureusement ordonné par les anciens et réalisé par les vierges des deux sexes ?

À cette richesse culinaire traditionnelle correspondent au Japon, plusieurs préparations semi-industrielles de *D. opposita*, aux Phillipines, une crème glacée industrialisée, à base de *D. alata* pourpre. Et, au Nigéria, les moulins artisanaux et la multinationale "Cadbury" font, de la farine de *D. rotundata*, cet "amala" dont les Ibos apprécient le brunissement oxydasique. Pourtant, dans la Caraïbe, de l'éphémère "instant yam" de la Barbade, aux flocons avortés de la Guadeloupe, seuls triomphent les quelque trente arômes, doux ou puissants, de l'igname bouillie ou rôtie. Mais il faut reconnaître que, depuis peu, la restauration s'empare de l'imagination sollicitée par le concours de 1985, dont ont trouvera, ci-après, une recette primée des plus faciles.



Aux Iles Trobriand (Nouvelle Guinée). 1915. Exposition rituelle de tubercules de *D. alata* avant le stockage en maison à igname. Gouache de L. Degras d'après une photo de B. Malinowski.

L'aptitude multiforme de l'igname à la multiplication végétative, garante de faciles reproductions conformes (sous des "régimes" parfois variés) a son revers dans la fidélité de la transmission des nématodes et des virus. C'est là que les procédures développées à l'INRA, le bouturage de tige, contre les nématodes déjà, la culture *in vitro* de méristème, contre nématodes et virus, devraient s'imposer (voir illustration). Cette dernière a fait ses preuves à la Barbade dès les années 80, preuves abrégées, hélas, par la sensibilité à l'anthracnose du cultivar propagé.

Une meilleure connaissance du fonctionnement du complexe nodal devrait permettre d'optimiser la production de microtubercules et la productivité de la plante.

Des fleurs à la transgénèse

L'amélioration variétale de la culture de l'igname par la voie sexuée sort à peine de ses balbutiements. On ne peut considérer autrement les brèves tentatives européennes avec *D. opposita/japonica* au XIXe siècle, celles de Waitt ou de nous-même en Afrique, avec *D. cayenensis-rotundata*, vers le milieu de ce siècle, et aussi les travaux conduits à l'INRA de 1966 à 1982 avec *D. trifida*. L'urgence de l'utile et l'insuffisance des connaissances fondamentales sur la biologie des espèces, n'ont pas permis alors l'exploration de la floraison et des conditions de fécondation. C'est avec cette approche physiologique, (moins aisée chez *D. trifida*, trop vite virosée) qu'à partir des années 70, avec *D. cayenensis-rotundata*, à l'IITA, commence l'approfondissement de la reproduction sexuée et l'hybridation intensive pour l'amélioration de l'igname. On reconnut les contraintes de la mise à fleur, absente ou irrégulière chez bien des clones, celles de la dioécie [4], le sexe femelle souvent très minoritaire, les aléas de la pollinisation, erratique à quelques mètres, et ceux de la fructification, nulle à profuse suivant les clones... et les années !

Cette reproduction sexuée souvent déficiente fut encore plus préoccupante pour *D. alata* : que pourrait la sélection sexuée contre sa régression due à l'anthracnose ? Il y a juste une demi-douzaine d'années qu'une meilleure maîtrise de sa reproduction sexuée a été acquise par l'équipe de génétique végétale de l'INRA en Guadeloupe. Mais il reste à créer pour cette espèce, comme pour les autres d'ailleurs, un schéma d'amélioration variétale efficient. Pour cela, afin d'éviter les échecs des précédentes tentatives, il est indispensable d'acquérir des connaissances de base sur la structure de son génome.



Bambou gravé.
Détail : billon d'igname.
Musée des arts d'Afrique et d'Océanie, Paris.

La polyploïdie des espèces est courante chez les *Dioscorea*. Son évaluation est une information préalable à toute tentative raisonnée d'amélioration. Pour ce genre, aux chromosomes extrêmement petits, ayant une forte tendance à l'agglutination, il est important de maîtriser une méthode fiable et rapide de détermination du niveau de ploïdie des plantes. C'est chose faite avec l'adaptation à l'igname d'un protocole utilisant la cytométrie de flux.

Mais les investigations en cours ont fait surgir bon nombre d'autres problématiques :

• aucun clone diploïde n'a été signalé chez les espèces tropicales, que l'on peut supposer par ailleurs allopolyploïdes ;

[4] État d'une espèce végétale dont les individus sont unisexués.

Pour en savoir plus

• **Monographies**

- Degras L., 1993. The yam, a tropical root crop. Mac Millan, London. 408 p. (notamment sur les ignames pharmaceutiques).
- Degras L., 1994. L'igname. Collection "Le technicien d'agriculture tropicale". Maisonneuve et Larose. Paris, 133 p.

• **Actes de réunions internationales**

- 1981. L'igname. Séminaire international, Pointe-à-Pitre, juillet 1980. Colloques de l'INRA. Paris, 296 p.
- 1998. Igname, in VIIth Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Gosier (Guadeloupe), juillet 1985, INRA, p. 179-450.

L'igname plante séculaire et culture d'avenir. Séminaire international, Montpellier, juin 1997, CIO-CORAF.

• **Articles**

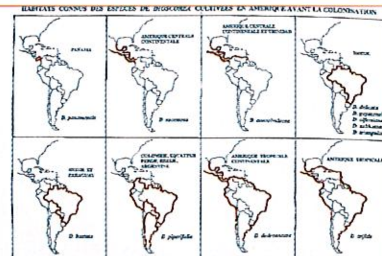
- Coursey D.G. et C. K. Coursey. 1971. The new yam festival of West Africa. Anthropos, 66, 444-484.
- Hamon P., J. Zoundjihekpon, R. Dumont et B. TIo-Touré. 1992. La domestication de l'igname (*Dioscorea* sp.) : conséquences pour la conservation des ressources génétiques, in Complexes d'espèces, flux de gènes et ressources génétiques des plantes, colloque en hommage à J. Pernes. Paris, janvier 1992. BRG et Lavoisier T. D., p. 175-184.

•**site internet** :
http://pagesweb.com/quiquoiou?igname

[5] Gène qui inhibe l'expression d'un gène homologue.









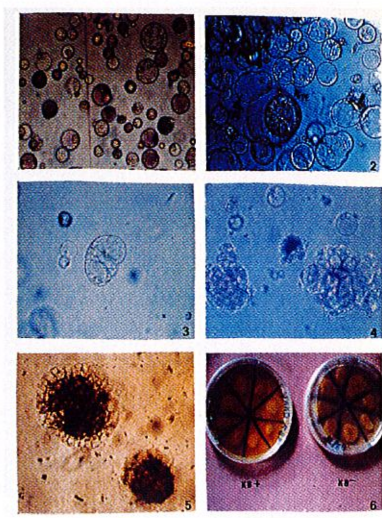
DANS NOS DÉPARTEMENTS

RÉGION SUD

AGNIBILEKRO

LA FÊTE DES IGNAMES CÉLÉBRÉE DANS LA JOIE



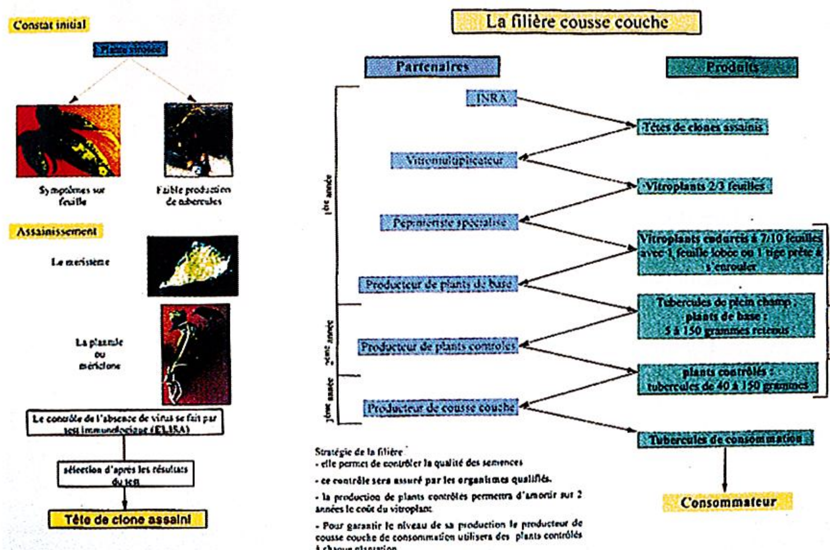


De gauche à droite et de haut en bas • *D. trifida* cv INRA 5-20. Photo : R. Arnolin • Capsules bien développées d'un croisement de *D. alata*. Photo : F. Pierre • Aires de *Dioscorea* alimentaires utilisées par les amérindiens • Extrait du journal "Fraternité-Matin", novembre 1977, Abidjan • *D. cayenensis-rotundata* N83 002 J, sélection INRA dans un croisement de l'IITA (Nigéria). Photo L. Degras • Protoplastes d'igname (1 à 5). Photo I. Funes.

• si des hypothèses phylogénétiques, encore à consolider, ont été émises pour *D. cayenensis-rotundata*, le lieu même de sa zone de diversification primaire de *D. alata* est à élucider.

Autant de problématiques dont l'exploration est indispensable pour une gestion rationnelle de la variabilité recueillie et encore à élargir. De larges zones d'investigation demeurent donc à peu près vierges, pour l'acquisition de réponses indispensables à l'amélioration, voire au maintien en culture, de cette espèce majeure pour le monde intertropical. Aussi, sans attendre la maîtrise de la recombinaison par hybridation chez *D. alata* et d'autres *Eu-Dioscorea* (*D. nummularia, D. esculenta, D. trifida* ou... *D. cayenensis-rotundata*...) qui pourraient suppléer à ses déficiences, les biotechnologies cellulaires et génétiques tentent déjà de rompre les compartimentages clonaux et interspécifiques. On sait faire des protoplastes. Leurs réponses à des pressions de toxine de l'anthracnose semblent correspondre à la sensibilité de leur espèce d'origine, et leur fusion est à l'ordre du jour. La possibilité d'utiliser *Agrobacterium tumefasciens* pour transférer de l'ADN chez l'igname est établie, autre singularité de cette "monocotylédone". Le transfert, chez *Nicotiana benthamiana*, d'éléments du gène codant pour la protéine de la capside de la mosaïque de l'igname, permet de réduire les symptômes de cette maladie avec le gène complet ou antisens [5]. L'isolement du gène codant pour une protéine de réserve est en cours, ainsi que son insertion dans des protoplastes de *D. alata* et de *D. cayenensis-rotundata*.

Les biotechnologies feront-elles tenir comme prémonitoire l'hypothèse d'un chercheur sud-américain, considérée comme hasardeuse jusqu'ici, de connivences phylogénétiques entre *D. alata* et *D. trifida* ?



Lucien Degras,
avec les contributions de *Franciane Pierre, Georges Ano, Richard Arnolin, Armel Toribio, Guy Jacqua, Victor Vaillant, Marceau Farant et Roselise Accipe* ■

Publier pour quoi faire ?

Éléments de réflexion

Analyse de l'impact international des publications scientifiques d'une unité de Recherche de l'INRA

Sommes-nous lus ? Sommes-nous connus ? Sommes-nous cités ? Il existe des outils pour répondre à ces questions. Une analyse portant sur les citations d'articles écrits par une unité INRA de 1988 à 1996 a été réalisée. Nous vous soumettons le résultat de cette recherche qui bouscule quelques clichés. *

La publication d'articles scientifiques dans des revues, si possible à comité de lecture international, devient un leitmotiv important dans la recherche scientifique en général, à l'INRA en particulier. Beaucoup de modalités d'évaluation et d'encadrement de la recherche, critères de sélection à l'occasion des changements de corps ou des titularisations, chercheurs, ingénieurs...), devraient logiquement concourir à une augmentation de la production et de la productivité scientifiques.

Si l'on dispose finalement de peu de mesures de la production scientifique et du rôle des politiques successives d'encadrement de la recherche sur cette production, on mesure *encore moins* l'impact ou les retombées de cette production en termes de diffusion, de connaissance ou de reconnaissance par l'extérieur. Pourtant, par rapport à quelques grandes fonctions de la production scientifique (produire des techniques et des méthodes, donner les éléments de réponse à un problème, produire des connaissances d'ordre plus ou moins général), et indépendamment de leur rôle dans le déroulement des carrières, on peut se demander si les productions scientifiques de l'INRA sont diffusées, connues, reconnues en France et dans le monde. En d'autres termes :

- les connaissances produites par l'INRA sous forme d'articles sont-elles utilisées dans le réseau scientifique international ? À l'opposé, certaines des productions ne sont-elles jamais utilisées, semblant ainsi ne "servir à rien" pour la communauté scientifique ?
- qui utilise les connaissances scientifiques produites à l'INRA ? À l'opposé, qui ne les utilise jamais ?
- les connaissances correspondant à des thèmes de recherches anciens et jugés non prioritaires à l'heure actuelle par des changements d'orientation de la recherche correspondent-elles encore à une demande ou pas ? À l'opposé, de nouveaux thèmes développés à l'INRA marquent-ils une reconnaissance radicalement nouvelle de la part de l'extérieur, ou correspondent-ils à une attente nouvelle de la communauté scientifique ?

À partir d'un exemple très partiel, 1 laboratoire de 25 permanents, ce travail se propose de donner des éléments de réponse. Ce sera aussi l'occasion de tester en vraie grandeur l'intérêt et les limites des logiciels documentaires actuels et des bases de données nécessaires pour ce type d'investigation.

Matériels et méthodes

Échantillonnage et bases de données utilisées

L'échantillon des producteurs d'articles retenu est constitué de 12 chercheurs et ingénieurs (2 DR, 6 CR, 3 IR et 1 IE) pour les études les plus détaillées, et de 15 chercheurs ou ingénieurs pour les analyses plus globales portant sur l'évolution des publications ou des citations au cours du temps (certains chercheurs ont pu quitter le laboratoire). La période choisie s'étend de 1988 à 1996, soit 9 ans. Cependant, l'évolution globale de la production scientifique de l'unité a été analysée sur la période 1980 - 1996 (Base Pubinra [1] disponible depuis 1980) afin d'avoir un peu plus de recul.

Pour évaluer l'impact des publications des auteurs sur la communauté scientifique internationale, nous avons utilisé la base interne de l'INRA (*Pubinra*), et une base américaine (*Scisearch* ou Science Citation Index) provenant de l'Institute of Scientific Information de Philadelphie (ISI) [2].

La grande originalité de *Scisearch* est de permettre la recherche des références citées dans les articles indexés. Autrement dit : Qui me cite ? Pour quelles publications ? Cette recherche des citations porte sur tout type de documents, quelle que soit la date de parution. Ainsi, pour chaque article indexé dans *Scisearch*, il est possible d'accéder à la liste des références citées par l'auteur de l'article. Les articles cités seront appelés "citations". On distinguera les autocitations (signalement par un auteur de l'unité d'une publication de l'unité), des citations extérieures (signalement par un auteur extérieur à l'unité d'une publication de l'unité).

Analyse des données

Logiciels et Fichiers documentaires utilisés
À partir de *Pubinra*, nous avons extrait la totalité des références bibliographiques concernant l'Unité, pour constituer un fichier de travail (*Solpub*) [3]. L'analyse des données de la base *Solpub*, permet d'analyser la production écrite de l'unité.

Recherche de citations
L'interrogation du champ "auteurs" dans *Scisearch* a permis de récupérer les notices bibliographiques des publications de l'unité signalées dans cette base.

L'interrogation du champ "citation" dans *Scisearch*, auteur par auteur, a permis de récupérer les notices bibliographiques des articles qui citent au moins un auteur de l'unité [4].

Résultats et discussion

Données globales sur les publications scientifiques

Nombre de publications par chercheur
De 1988 à novembre 1996, l'unité a produit 395 publications, dont 109 dans des revues à comité de lecture (soit 28%). Les publications sans comité de lecture regroupent à la fois les articles publiés dans des revues secondaires, les thèses, rapports, congrès. Le nombre d'articles dans la base par individu est très variable, traduisant à la fois des différences de durée de carrière (3 ans à 32 ans, moyenne = 20 ans, écart-type = 9.8 ans) et des différences de "productivité" (0.19 article par an à 1.82 articles par an en moyenne).

*** Veille scientifique et technique**
Positionner les informations stratégiques en recherche fondamentale, en développement et en innovation, est une étape très importante. Identifier les points d'excellence informationnels doit permettre de maîtriser les facteurs critiques et décisionnels. Ceci est l'enjeu des techniques de veille stratégique, technologique et scientifique.

À l'INRA, la Direction de l'Information et de la Communication consciente de cet enjeu, a mis en place depuis 1994 un groupe de veille scientifique et technique réunissant des spécialistes de l'information (documentalistes et chercheurs) des secteurs végétal, animal et économique, qui, au sein de l'Institut, ont initié et maîtrisent les techniques d'information élaborée (infométrie, bibliométrie et scientométrie).

••• suite page 38

••• suite des notes page 37
Ce groupe est un lieu d'échange, d'information, de réflexion et d'analyse. Le but de cette structure de coordination est de partager les expériences, le "savoir-faire", de mieux faire connaître à la communauté scientifique les avantages de ces techniques pour "l'information chercheur" à valeur ajoutée ; d'obtenir une cartographie des recherches menées à l'INRA et de répondre selon les secteurs à la demande d'information "élaborée" en externe. De nombreuses études ont été menées en la matière sur : l'image de l'INRA : à travers les publications académiques (Dép. Économie INRA/Observatoire des Sciences et Techniques), les analyses de l'impact "facto" (UCD, Jouy-en-Josas), les collaborations scientifiques avec l'Europe et le Continent nord-américain (URDIC-Antibes, URD-Dijon/Direction des Relations Internationales), la recherche sur le génome, l'utilisation industrielle des protéines végétales (ESR/Grenoble) l'évolution des recherches internationales sur la résistance des plantes transgéniques et la résistance des insectes, la lutte biologique (URDIC-Antibes/Département Zoologie et Pathologie)... Un organisme de recherche public tel que l'INRA crée beaucoup de connaissances. Les spécialistes de l'information et les chercheurs dans ce domaine, doivent être en mesure de savoir si les analyses qu'ils font de ces connaissances sont utilisables pour renforcer le développement socio-économique. Il ne nous suffit pas de "regarder" les résultats de la recherche au moyen des techniques infométriques, mais de nous demander si la valeur ajoutée que nous apportons est un atout pour la dynamique et la valorisation des recherches de notre Institut, ou bien si elle ne reste que "pure connaissance".

Geneviève Lacombe,
URDIC-Antibes.

Publications de l'unité citées dans la base américaine

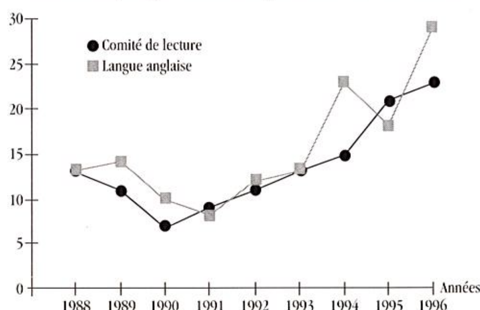
Dans *Scisearch* et pour la période 1988 à 1996, on retrouve 92 publications de l'unité sur les 109 publications à comité de lecture de *Solpub*. Le taux moyen correspondant au nombre d'articles indexés dans la base *Scisearch* rapporté au nombre total d'articles produits pendant la même période est ainsi de 0.84 : 16% de la production scientifique la plus récente n'est pas indexée dans la base *Scisearch*.

Langue utilisée

Ce taux est à rapprocher de la langue utilisée dans la rédaction des articles (la langue française concerne environ 16% des articles publiés de 1989 à 1996) et au mode de sélection de *Scisearch* lui-même. D'un individu à l'autre, ce taux d'indexation est variable puisqu'il est compris entre 0.50 et 1.00. Parmi les publications absentes, on trouve des articles de revues peu connues ou marginales ou situées très en dehors du champ anglo-saxon (ex : Agrokhimiya), mais aussi des revues internationales plus courantes dans le domaine scientifique de l'unité (ex : Land Degradation and Rehabilitation).

La distribution dans le temps des publications est donnée par la fig. 1. À effectifs constants, la production scientifique à comité de lecture indique une progression assez régulière depuis 1990. Par ailleurs, en 1980, toutes les publications de l'unité étaient en langue française. À partir de 1981 l'utilisation de la langue anglaise est en constante augmentation. On peut interpréter ces deux résultats (augmentation de la productivité et changement dans la structure des publications) comme provenant, au moins partiellement, de la pression de sélection qui s'exerce au niveau des plus jeunes chercheurs et de la pression exercée par l'encadrement scientifique au sein de l'INRA (cf. plus haut).

Figure 1 • Évolution du nombre de publications à comité de lecture, ou publiées en anglais entre 1988 et 1996



Collaborations extérieures

Enfin, avant 1982, les publications étaient exclusivement écrites en collaboration avec des auteurs de l'unité ou de l'INRA. Très peu étaient écrites en collaboration avec des chercheurs extérieurs à l'INRA et, lorsque c'était le cas, elles étaient réalisées avec des chercheurs français uniquement (1 à 2 par an).

Dans la période analysée ici (1988 à 1996), les collaborations extérieures se développent fortement. Ainsi, sur les 4 dernières années (1993 à 1996), les pourcentages d'articles avec collaboration étrangère, avec collaboration nationale ou sans collaboration extérieure sont de 30%, 44% et 26%, respectivement.

Les citations

Nombre de citations

Dans la période 1988 à 1996, il y a 213 articles citant des articles produits par l'unité (articles écrits par des auteurs extérieurs à l'unité et citant au moins une fois un chercheur de l'unité). Parmi ces articles, 198 sont en anglais, 14 en français, 1 en portugais. Parmi les articles citants, écrits en anglais (198), on trouve 69 articles écrits par des auteurs français (dont 53 appartiennent à l'INRA, mais extérieurs à l'unité d'Avignon).

Type de citations

Les citations externes en tant que premier auteur (0 à 35). Les cas relatifs à un faible nombre de citations correspondent, soit à de jeunes auteurs (1 cas sur 4), soit à des ingénieurs dont la fonction amène peu à publication (1 cas sur 4), soit à des auteurs confirmés ayant déjà une longue carrière mais ayant peu publié et majoritairement en français (2 cas sur 4).

Autocitations

Le pourcentage moyen d'autocitations par rapport au nombre total de citations est de 35.6%, les valeurs extrêmes allant de 0 à 62.7%. En ce qui concerne le rapport entre autocitations et citations externes, un pourcentage moyen d'autocitations assez élevé est un indicateur assez complexe traduisant à la fois la cohérence interne d'une recherche ou d'une thématique (l'article "n" s'appuie sur les résultats de l'article "n - 1"), une auto-valorisation de ses propres travaux, et/ou un manque de connaissance ou de reconnaissance par l'extérieur de la thématique de recherches en question.

Évolution des citations au cours du temps

Pour avoir une indication relative sur l'évolution des citations au cours du temps (de 1988 à 1996), on a relevé le nombre de citations par année. On constate que les citations d'origine française ou étrangère sont un phénomène relativement récent et nettement développé depuis 1993. Ainsi, les 4 années 1993 à 1996 regroupent à elles seules 72 % des citations. Cette augmentation du nombre de citations est probablement à mettre en rapport avec deux éléments : d'une part, une augmentation régulière de la production scientifique du laboratoire (cf. plus haut), d'autre part, le passage massif vers les revues anglo-saxonnes (à partir de 1989, ce pourcentage passe de 24% à plus de 80%). Ces résultats sembleraient donc indiquer que la communauté scientifique américaine utilise les travaux d'origine française, à condition que ces résultats existent et soient diffusés, en anglais si possible.

Origine géographique des citations

L'étude de l'origine des pays citants, renseigne sur la nationalité des auteurs qui citent les articles de l'unité et le nombre de citations par nationalité. La couverture géographique des pays citants, est assez large puisqu'elle recouvre 35 pays pour un total de 213 articles citants. Sur ces citations totales, les 6 premiers pays citants (plus de 10 citations) rassemblent 193 citations, soit 72% du total des citations. On trouve ainsi dans l'ordre décroissant la France avec 72 citations (27%), les USA avec 62 citations (23%), le Canada avec 20 citations (8%), l'Australie avec 14 citations (5%), l'Écosse avec 13 citations (5%), et l'Allemagne avec 12 citations (4%). Les citations d'origine américaine sont pratiquement aussi nombreuses que les citations françaises (23% contre 27%). Un certain nombre de pays "scientifiquement avancés" sont cependant peu représentés (Israël, Japon ou Suisse par exemple), ce qui traduit probablement en partie des relations bilatérales insuffisamment développées entre laboratoires.

Les revues citantes

Le nombre des revues citantes (63 revues, pour 164 articles citants) apparaît très élevé (le nombre moyen de citations par revue est de 2.6) et la grande majorité des citations (153 soit 93%) sont de langue anglaise ou américaine. Cette grande dispersion est probablement liée au nombre très important de revues sur des thématiques connexes d'une part, et à l'efficacité

des bases de données internationales d'autre part qui permettent très facilement lors des recherches bibliographiques de faire des connexions d'une revue à l'autre.

Ces données moyennes recouvrent une grande hétérogénéité puisque 35 revues (56%) ne citent qu'un seul article. A contrario, 8 revues (13%) citent au moins 5 articles (78 citations, soit 48% du total). Ces quelques revues qui émergent par un nombre important de citations sont pour l'essentiel des revues anglo-saxonnes (7 cas sur 8), correspondent à des revues spécialisées ou généralistes, de bon niveau, et qui publient des articles correspondant aux thématiques de l'unité.

En général, les revues qui citent le plus sont également des revues dans lesquelles le laboratoire publie de façon significative, mais ce n'est pas le cas général. Cependant, dans tous les cas, l'unité a toujours produit au moins un article parmi les 8 premières revues les plus citantes. Le fait de publier dans une revue et d'être cité par cette même revue peut correspondre à une thématique très ciblée dans laquelle chaque auteur retrouve ses pairs qui travaillent dans un champ très similaire et qui se citent mutuellement. Il s'agit aussi souvent des revues dominantes dans le secteur (par leur tirage, leur qualité, ...) dans lesquelles chacun cherche à publier et où chacun veille sur ce qui paraît, l'utilise, et le cite.

Enfin, les revues spécifiquement environnementales n'émergent pas, et ceci est probablement lié au changement récent (moins de 5 ans) et progressif de l'unité vers des thèmes spécifiquement environnementaux.

Typologie qualitative des articles les plus ou les moins cités

Quels articles de l'unité sont cités dans *Scisearch* ? Trois constatations préliminaires s'imposent :

- des articles anciens sont encore cités (le plus ancien repéré pour l'Unité est un article paru dans les "Annales Agronomiques" en 1962),
- tous les types de documents sont cités, en particulier les thèses, les communications à congrès, les chapitres de livre. Ainsi, 21% des documents cités ne sont pas des articles à comité de lecture,
- la langue française ne semble pas être un obstacle majeur pour qu'un article soit lu à l'étranger, mais les articles français sont cités par des auteurs essentiellement francophones ou par des auteurs avec lesquels l'unité a des liens directs.

Par ailleurs, on peut tenter une analyse qualitative plus fine en recherchant le type de connaissances les plus citées, donc supposées les plus "utiles" dans le champ de la communauté scientifique. La figure 2 indique, pour chacun des 3 types génériques, le nombre d'articles concernés et le nombre de citations de ces articles.

On constate que tous les types d'articles produits par le laboratoire (A, B, ou C) sont cités. En nombre absolu, ce sont les articles les plus théoriques et les moins finalisés qui sont les plus cités, mais ce sont aussi les plus nombreux. Bien que les articles à base méthodologique ou métrologique soient les plus cités, le nombre moyen de citations par article est relativement peu variable selon les types (7.7 à 10.9), et ceci semble indiquer que tous les types de connaissance correspondent à une demande grossièrement similaire. Ainsi, les théories (partielles) ou les études de mécanismes assez spécialisés dans notre domaine sont apparemment connues et reconnues par la collectivité scientifique nationale et internationale. Par exemple, l'analyse fine des résultats montre que deux thèmes de recherche spécialisés (correspondant seulement à 3 ou 4 articles chacun) sont cités respectivement 37 et 38 fois à eux seuls. Ces thèmes correspondent à des approches spécifiques et relativement originales développées par le laboratoire. Parmi ces deux thèmes, l'un correspond à des recherches récentes (postérieures à 90) alors que l'autre correspond à des recherches plus anciennes (années 70 à 80). Enfin, il existe quelques articles, qui, bien qu'écrits en anglais, ne sont jamais cités. Ces articles font partie de revues en général non dominantes dans le champ scientifique par exemple, mais les thèmes traités par ces articles sont pourtant du même type que d'autres articles cités. Il semble qu'il s'agisse plus dans ce cas d'un problème de diffusion que de contenu proprement dit.

Résumé et conclusions

Cette analyse partielle sur un cas isolé fait ressortir quelques points importants.

Les articles produits sont cités et les citations sont quantitativement très hétérogènes : rapport de 1 à 10 environ selon les auteurs.

Assez logiquement, ce sont les auteurs qui publient le plus, si possible en langue anglaise, qui ont le plus de chances d'être cités, assez indépendamment de la thématique de recherche.

L'ouverture internationale des citations est importante, et en particulier, les citations d'origine américaine sont nombreuses, en croissance, et très comparables en nombre aux citations d'origine française.

Contrairement à certains clichés, les articles américains peuvent s'appuyer sur des travaux français, même si une analyse plus large serait nécessaire pour vérifier ce type de conclusion. Ce caractère fondamentalement "international" de la citation se retrouve au travers des revues citantes qui sont nombreuses et couvrent un spectre assez étendu.

Enfin, la typologie des articles cités montrent que "tout est utile", et que les domaines relatifs à l'analyse des mécanismes et aux théories sous-jacentes a largement sa place à l'échelle internationale au même titre que les méthodes ou les résultats opérationnels.

En ce qui concerne les bases de données et les logiciels, les outils disponibles actuellement permettent de mener à bien ce genre d'analyse. Toutefois, la difficulté du travail (connaissance des outils, détection des erreurs, manipulation simultanée de plusieurs bases de données...) nécessite le recours impératif à des services de documentation professionnels et prend, dans tous les cas, un temps de travail assez considérable (environ 150 heures pour cette étude, analyse, synthèse et rédaction comprises).

Michèle Fiès,
Unité régionale
de Documentation, Avignon
Laurent Bruckler,
Unité de Science du Sol, Avignon. ■

[1] Cf l'article sur Pubinra dans ce même numéro, rubrique "ADP".

[2] Pour l'ISI, une publication est caractérisée par la valeur intrinsèque du texte, mais aussi par la liste des références bibliographiques en fin d'article. Cette liste est analysée par l'ISI, et les revues à comité de lecture les plus citées sont considérées comme les plus importantes, et donc seront dépouillées par l'ISI et indexées dans *Scisearch*. Ainsi, *Scisearch* est la partie visible, et exploitée par la communauté internationale de la production scientifique.

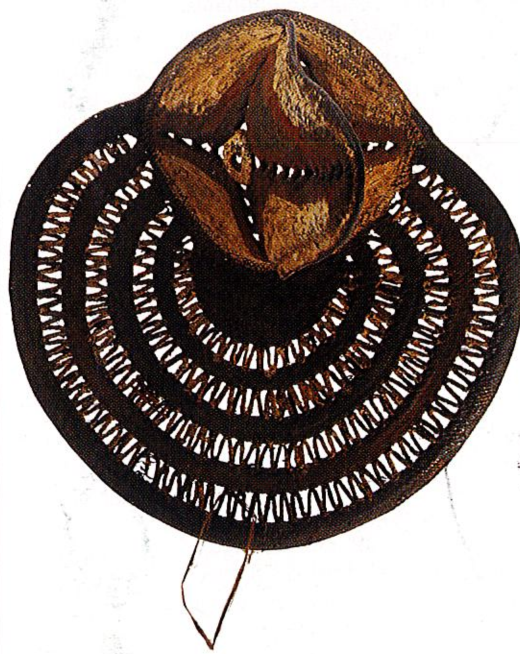
[3] Nous avons utilisé deux logiciels documentaires : pour l'interrogation de *Scisearch*, le logiciel du serveur *Dialog*, et pour le traitement des données des deux bases, en local, le logiciel *Texto*.

[4] Cependant, on ne peut récupérer ces notices bibliographiques que lorsque l'auteur cité de l'unité est le premier auteur. La saisie des données ne semble pas contrôlée et ceci nous a obligé à un travail important de vérification. Par ailleurs, l'interrogation en ligne de ce fichier est coûteuse (environ 5.400F pour cette étude).

Figure 2• Citations selon le type générique des articles (1988 à 1996, Unité de Science du Sol)

Thème générique des articles	Nombre d'articles [1]	Nombre de citations [2]	Rapport 2/1
• Méthodologie, Métrologie	7	76	10.9
• Recherche appliquée orientée vers l'agronomie	4	35	8.7
• Modèles théoriques, Études de mécanismes, Connaissances de base	19	147	7.7
Total ou Moyenne	30	258	8.6

[1] Ne sont retenus que les articles cités 5 fois ou plus - [2] Françaises ou étrangères



Masque à igname. Art océanien, Nouvelle-Guinée, Abelam.
Musée des arts d'Afrique et d'Océanie, Paris.
Photo : © RMN - Amaudet

Les résumés sont d' "INRA mensuel"

Directeur de la publication : Marie-Françoise Chevallier-Le Guyader / Responsable de l'INRA mensuel : Denise Grail
Maquette et P.A.O. : Pascale Inzérillo / Secrétariat : Frédérique Chabrol / Photothèque INRA : Raditja Ilami-Langlade
Comité de lecture : Nicole Prunier (DIC) / Yves Roger-Machart (APA) / (PPV) / Pierre Cruiziat, Agnès Hubert (EFA) / Alain Fraval (ME&S) / Marc Chambolle (NHSA)
Christiane Grignon, Hélène Rivkine, Camille Raichon (SED) / Brigitte Cauvin (Jouy-en-Josas) / Jean-Claude Druart (Thonon-les-Bains) / Laurence Garmendia (Relations internationales)
Véronique Saint-Gès (Relations industrielles et valorisation) / Marie-Thérèse Dentzer (Service de presse) / Frédérique Concord (Service juridique) / Daniel Renou (Services généraux)
Nadine Lamaire (Informatique) / Alain Cirot (Programmation et financement) / Jean-Pierre Frémeaux (Ressources humaines)

INRA, Direction de l'information et de la communication (DIC), 147 rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07. Tél : 01 42 75 90 00.
Conception : Philippe Dubois / Imprimeur : Graph 2000 / Photogravure : Vercingétorix / ISSN 1156-1653 Numéro de commission paritaire : 1799 ADEP